Pumps المضخات

Pumps are needed for:

1. Lift water from a lake, reservoir or river to WTP.
2. After WTP to force the water into the mains & elevated storage.
3. In the system booster pumps is required at certain points to keep the required pressure.
4. Raise the water from wells into a collecting basin (C.B.). Then from the C.B. into the main pipe.

River → L.L.P. → W.T.P. → H.L.P. → Distr. System (booster P.)
(1) (2) (3)

عادة يرفع الماء بواسطة المضخات في نقطة او أكثر من الشبكة.

تكون الحاجة الى المضخات لرفع الماء من بحيرة، خزان او نهر الى محطة معالجة المياه وبعد المعالجة يرفع الماء لدفعه في الانابيب الرئيسية او الى الخزان العالي.

تستخدم مضخات مؤازرة Booster pumps في نقط محددة من الشبكة للحفاظ على الضغط بمناسيب مناسبة.

عندما تكون مصادر التجهيز ابارا فسوف تستخدم المضخات لرفع الماء الى حوض التجميع collection basin مالم تكن الابار من النوع الارتوازي.

ستدفع المضخة او المضخات الرئيسية الماء من حوض التجميع الى الانابيب الرئيسية ويرفع الماء الى المدن الصغيرة جدا المعتمدة على بئر منفرد من هذا البئر الى الانابيب الرئيسية بواسطة محطة ضخ واحدة.

تكون الحاجة الى مضخات احتياطية stand by او اضطرارية لتشغيلها عند حصول عطل او الطلب الكبير عند حصول حريق كبير.

- في حالة وجود مضختين مربوطتين على التوازي لهما نفس التصريف و ليكن $5\,{m^3}/{min}$ و لهما $head = 10m$ فان

$$Q_{total} = 5 + 5 = 10\,{m^3}/{min}\,; \quad \text{Total head} = 10m$$

- الشحنة $head$هي مصطلح يستخدم لوصف الطاقة الهيدروليكية وهي اما ان تكون كامنة او ديناميكية وتتناقص مقدار الشحنة تدريجيا من بداية ضخ الماء من محطة الضخ لحين وصولة لنقطة معينة.

فمثلا الشحنة في بداية الخط المبين في الشكل التالي هو *10m* ويصبح *5m* مثلا عند نقطة *B* و عند *A* يساوي *2m* مثلا.

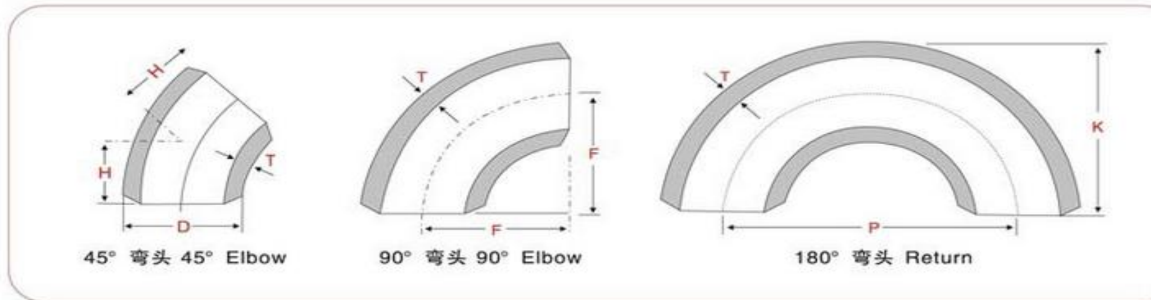
تقسم الخسائر في الشحنة ال نوعين: -

1- خسائر رئيسية Major losses وهذه يمكن ان تسمى أيضا خسائر الاحتكاك Friction losses.

2- خسائر ثانوية Minor losses.

خسائر الاحتكاك يمكن حسابها من قانون دارسي ويسبرغ

اما الخسائر الثانوية فهي ناتجة من استخدام الملحقات Fitting بالشبكة او الصمامات Valvesاو انحناء الانبوب ....الى اخره.



من الصمامات المستخدمة في شبكات المياه

Non return valve, gate valve, air release valve

يمكن حساب قيمة الضائعات الثانوية من خلال $Minor\ losses = K\frac{v^2}{2g}$

حيث ان K = قيمة تستخرج من جداول تعطى قيمته للأنواع المختلفة من الملحقات والصمامات.

Table 7-1 Headloss of typical fittings

(From "Pump Application Engineering" by T. G. Hicks and T. W. Edwards. Copyright 1971 by McGraw-Hill Book Co., Inc. Used with permission of McGraw-Hill Book Company.)

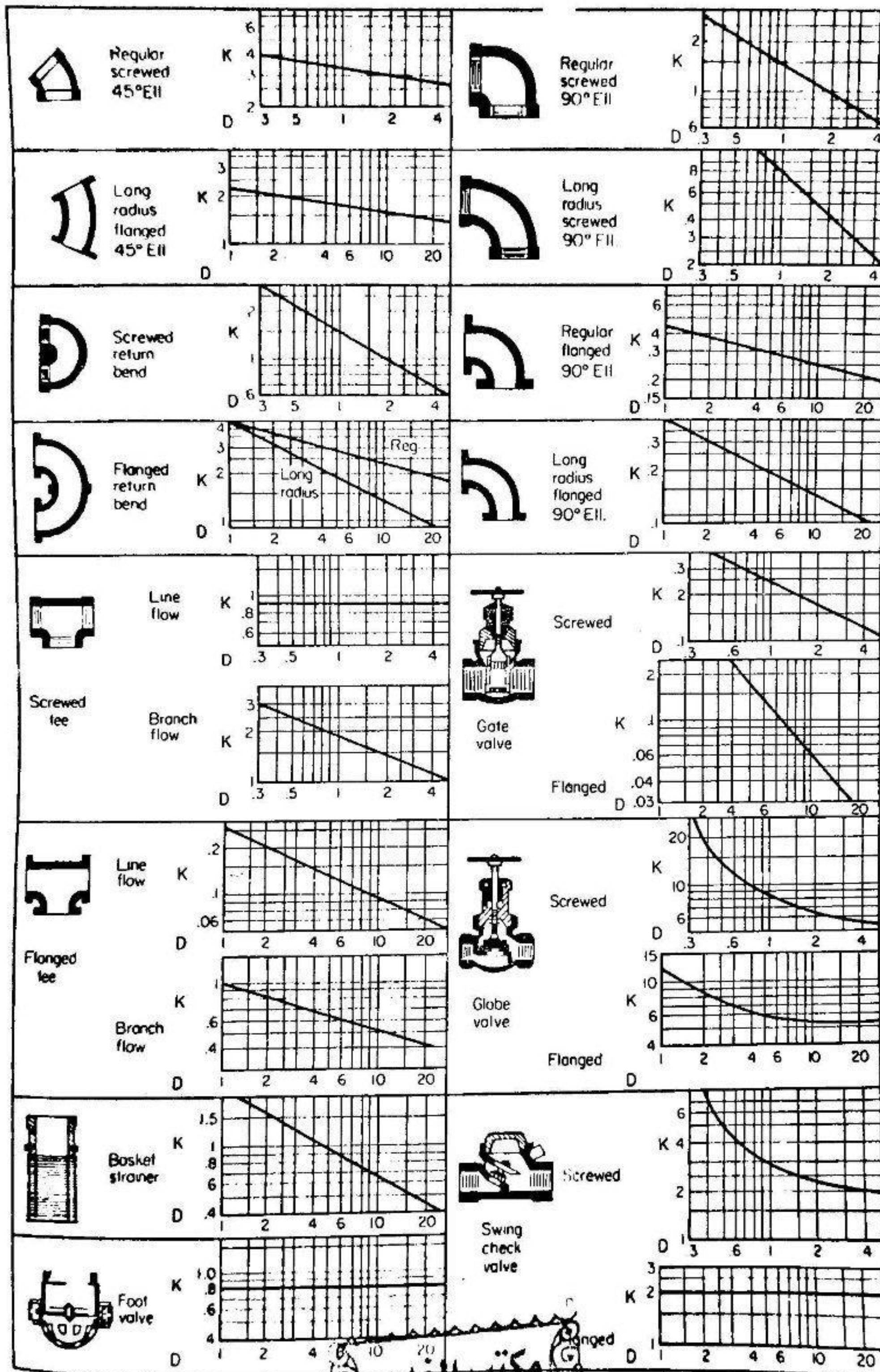
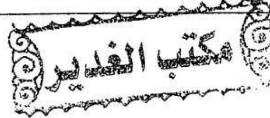


Table 7-2 Equivalent pipe lengths of various fittings

(Length of straight pipe, ft‡ giving equivalent resistance.)

Pipe size, in†	Standard ell	Medium radius ell	Long-radius ell	45° ell	Tee	Gate valve, open	Globe valve, open	Swing check, open
1	2.7	2.3	1.7	1.3	5.8	0.6	27	6.7
2	5.5	4.6	3.5	2.5	11.0	1.2	57	13
3	8.1	6.8	5.1	3.8	17.0	1.7	85	20
4	11.0	9.1	7.0	5.0	22	2.3	110	27
5	14.0	12.0	8.9	6.1	27	2.9	140	33
6	16.0	14.0	11.0	7.7	33	3.5	160	40
8	21	18.0	14.0	10.0	43	4.5	220	53
10	26	22	17.0	13.0	56	5.7	290	67
12	32	26	20.0	15.0	66	6.7	340	80
14	36	31	23	17.0	76	8.0	390	93
16	42	35	27	19.0	87	9.0	430	107
18	46	40	30	21	100	10.2	500	120
20	52	43	34	23	110	12.0	560	134
24	63	53	40	28	140	14.0	680	160
36	94	79	60	43	200	20.0	1000	240

† in × 25.4 = mm
‡ ft × 3.28 = m



gpm, ft) or 0.163 (kW, m^3/min, m). The *power input* to the pump is a function of its efficiency and is equal to

$$P_p = P_w/E_p \tag{7-2}$$

in which E_p is the pump efficiency expressed as a decimal. The power required by the pump driver will also exceed its output, hence its efficiency must also be considered.

يتم ربط المضخات بأحد الاسلوبين التاليين المبينة في الاشكال a, b

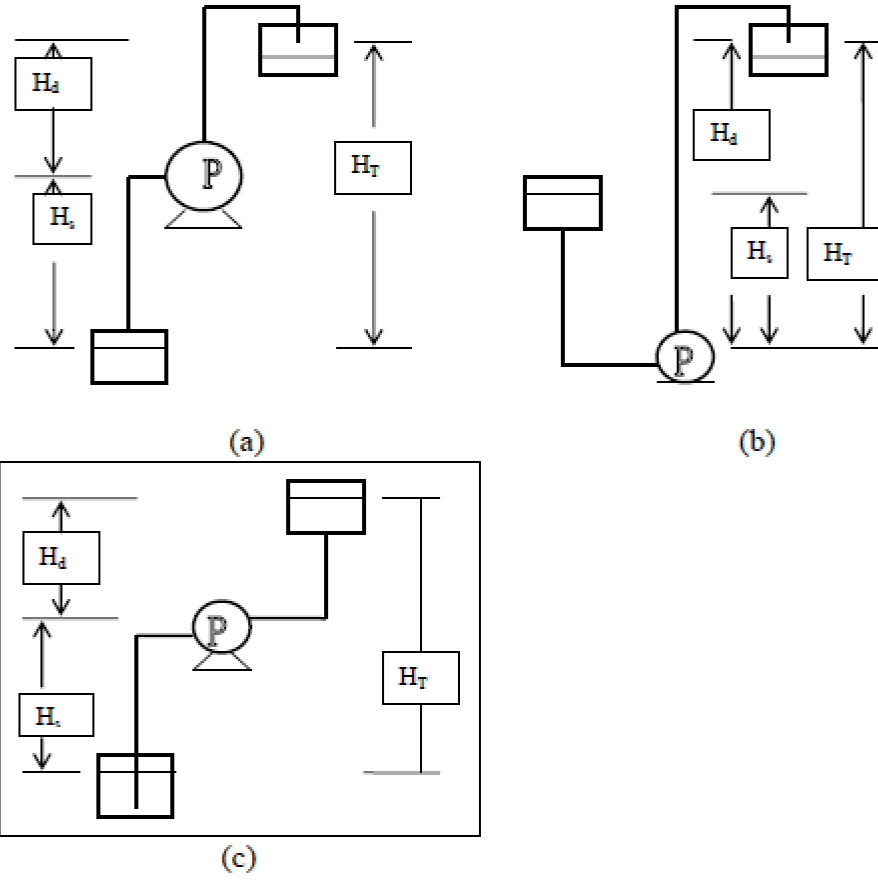


Fig.(14) Head terms used in pumping

مميزات الطريقة a

1- يتم سحب الماء من سطح المصدر

2- هذه الحالة تكون عبئا إضافيا على المضخة حيث أن على المضخة تسليط قوة سحب للماء من المصدر ثم تسلط قوة دفع للماء إلى الخزان.

3- الشحنة الساكنة الكلية كبيرة.

مميزات هذه الطريقة b

1- يتم سحب الماء من أسفل المصدر (القاع)
2- هذه الطريقة أفضل لأنها تعطي قوة دفع إضافية
3- الشحنة الساكنة الليلة أقل.

تعاريف

Total static head: - بشكل مبسط هو الفرق العمودي بين النقطة التي يتم سحب الماء منها والنقطة التي يتم رفع الماء إليها فكلما كان مقدار الفرق بين النقطتين أقل كانت الحالة أفضل وأسلم بالنسبة المضخة.

الشحنة الديناميكية الكلية: - وتمثل مجموع الشحنة الساكنة الكلية وشحنة الاحتكاك

Total dynamic head= Total static head+head loss

classification of pumps تصنيف المضخات

1- المضخات العاكسة Reciprocating pumps
2- المضخات الدورانية Rotary pumps
3- المضخات الانتباذية (الطرد المركزي) Centrifugal pumps

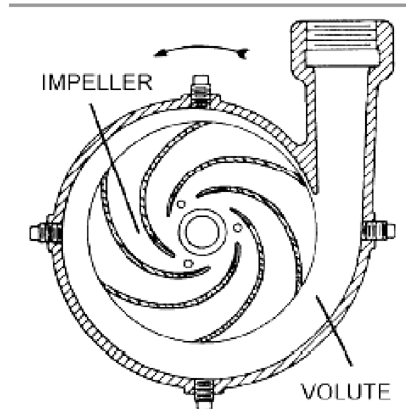


Fig. (2) centrifugal pump

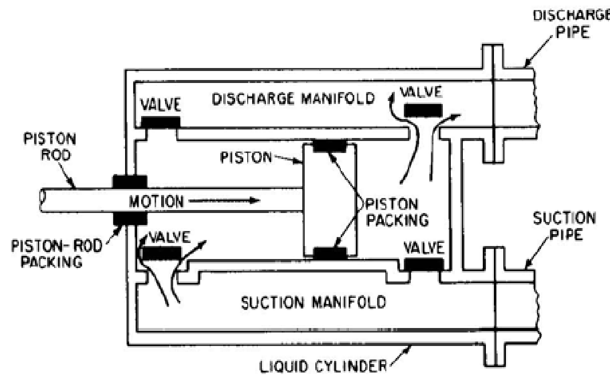
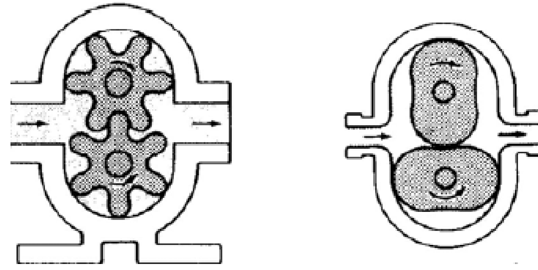


Fig. (6) piston type


Fig.(8) Lobe pumps

يحتوي الصنف العاكس على مكبس piston أو غطاس plonger يقوم بسحب الماء دوريا في أسطوانة وبعدها يدفع الماء إلى الخارج.

يحتوي النوع الثاني (النوع الدوراني) على مكبسين أو سنيين دورانيين يتشابكان ويسحبان الماء إلى حجرة Chamber ويدفعه باستمرار إلى أنبوب التصريف.

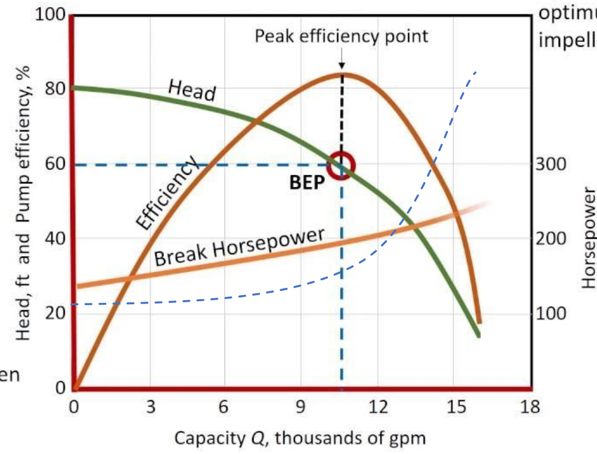
يحتوي النوع الثالث (الانتباذي) على دفاعه Impeller ذات ريش شعاعية تدور بسرعة لسحب الماء إلى المركز والتصريف بالقوة الانتباذية.

- عند اختيار مضخة معينة هناك عدة نقاط يجب أخذها بنظر الاعتبار منها: -

1- نوعية المياه: - تختلف المضخة باستخدام الماء المستخدم فمثلا المستخدمة لأغراض زراعية تختلف عن المستخدمة في شبكات الاسالة وعن المضخات المستخدمة في المصانع (مياه قاعدية أو حامضية) يجب أن تكون أجزاء المضخة مقاومة للتأكل. المضخات الخاصة بمياه المجاري الثقيلة تختلف عما ذكر وتسمى مضخات المياه الثقيلة.

2- الارتفاع head والتصريف discharge وهذه من أهم نقاط اختيار المضخة

- عملية الاختيار تتم عن طريق لوحة المنحنيات حيث أن لكل مضخة تنتج في شركة ما لها كاتلوك يسمى بمنحنيات الخصائص Characteritics curve



يمثل المنحني رقم 1 العلاقة بين التصريف وال head لمضخة وحدها وتلاحظ أن هذه العلاقة عكسية بجميع المضخات.

المنحني رقم 2 فيمثل العلاقة بين الكفاءة والتصريف وتقرا الكفاءة كنسبة مئوية على المحور المحاور لمحور الشحنة.

المنحني رقم 3 فهو العلاقة بين الطاقة power والتصريف.

والمنحني رقم 4 هو العلاقة بين ال **head loss** والتصريف للمنظومة بالكامل.

واشكل التالي هو احد اشكال منحنى الخصائص الذي يزود من قبل الشركة المنتجة

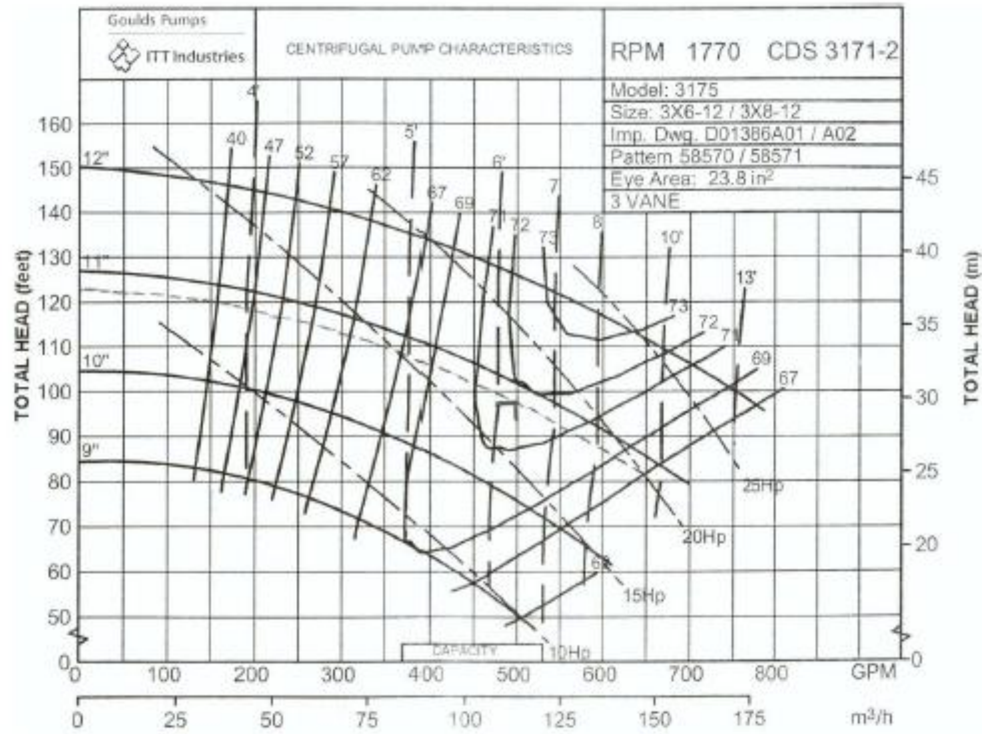


Fig. (20) Pump Series Characteristic Curves.

عند بداية تشغيل المنظومة (منظومة المضخات) فإن التصريف داخل شبكة الأنابيب يساوي صفر لذلك فإن

Total static head =Total dynamic head

وهذا يمثل اول نقطة على منحني رقم 4 والمؤشر بعلامة x.

وبعد تشغيل المنظومة وأثناء حركة الماء داخل الأنابيب ستحدث خسائر losses لذلك تزداد قيمة Total dynamic head (T .D .H) ومن تقاطع منحني رقم 1 (pumping head) ومنحني رقم 4 (system head) نحصل على نقطة تسمى بنقطة التشغيل (operation point)

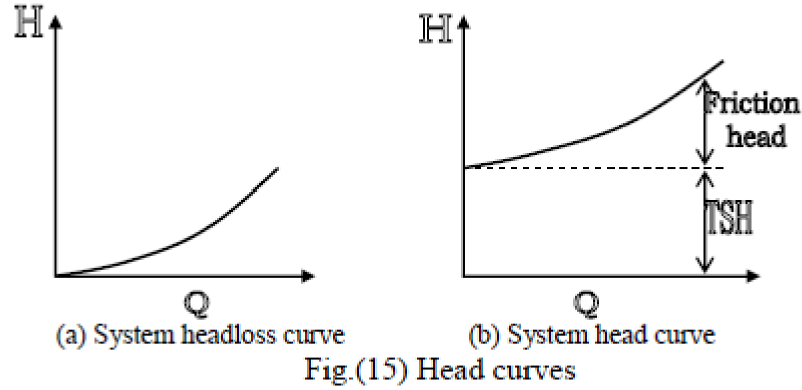
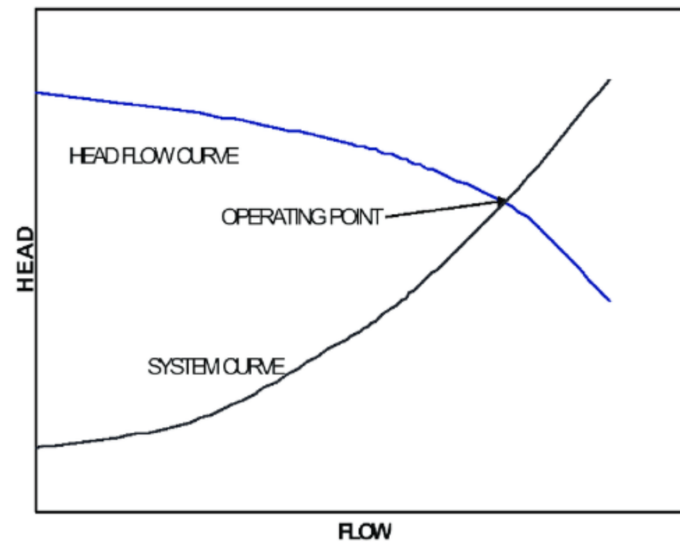


Fig.(15) Head curves



ومن التسقيط من تلك النقطة على محور Q نحصل على التصريف وعلى محور ال head نحصل على شحنة الضغط (head).

وللحصول على التصريف وشحنة الضغط المثاليين فإننا نسقط على محور الكفاءة على منحني عمل المنظومة لتحصل على نقطة قد تكون هي نفسها operation point أو قريبة منها وبذلك أيضا سنسقط على محوري Q& head للحصول على ال head والتصريف المثاليين على التوالي

Pumps in parallel and in serial

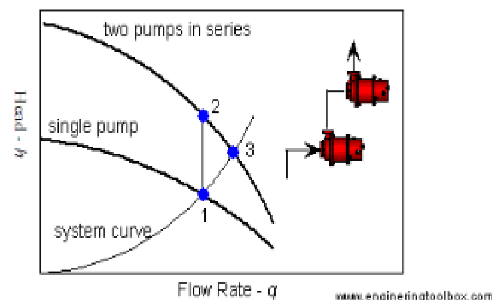
Pumps in Parallel or Serial

For pumps connected in serial - add head, for pumps connected in parallel - add flowrates

Pumps can be arranged and connected in serial or parallel to provide additional head or flow rate capacity.

Pumps in Serial - Head Added

When two (or more) pumps are arranged in serial their resulting pump performance curve is obtained by **adding their** heads at the same flow rate as indicated in the figure below.



Centrifugal pumps in series are used to overcome larger system head loss than one pump can handle alone.

- for two identical pumps in series the head will be twice the head of a single pump at the same flow rate - as indicated with **point 2.**

With a constant flowrate the combined head moves from 1 to 2 - **BUT** in practice the combined head and flow rate moves along the system curve to point 3.

- **point 3** is where the system operates with **both pumps** running
- **point 1** is where the system operates with **one pump** running

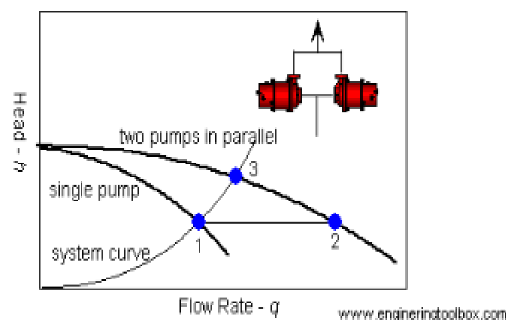
Note that for two pumps with equal performance curves running in series

- the head for each pump equals half the head at point 3
- the flow for each pump equals the flow at point 3

Operation of single stage pumps in series are seldom encountered - more often multistage centrifugal pumps are used.

Pumps in Parallel - Flow Rate Added

When two or more pumps are arranged in parallel their resulting performance curve is obtained by **adding the pumps flowrates** at the same head as indicated in the figure below.



Centrifugal pumps in parallel are used to overcome larger volume flows than one pump can handle alone.

- for two identical pumps in parallel and the head kept constant - the flowrate doubles compared to a single pump as indicated with **point 2**

Note! In practice the combined head and volume flow moves along the system curve as indicated from 1 to 3.

- **point 3** is where the system operates with **both pumps** running
- **point 1** is where the system operates with **one pump** running

In practice, if one of the pumps in parallel or series stops, the operation point moves along the system resistance curve from point 3 to point 1 - the head and flow rate are decreased.

Note that for two pumps with equal performance curves running in parallel

- the head for each pump equals the head at point 3
- the flow for each pump equals half the flow at point 3

أن قدرة الماء المطلوبة هي صافي إنتاج المضخة وتساوي

$$\mathbf{Pw = KQH}$$

Where

water power=Pw

Head=H

Constant dependant upon the density of fluid and =K units

للماء عند درجة 20° C= تساوي 0.163 عندما تكون وحدات P_w بالكيلو واط

و Q ب $\frac{m^3}{\min}$ و H ب m

و تساوي $2.525 * 10^{-4}$ عندما تكون وحدات P_w ب حصان hp و Q ب gpm , H ب ft.

- المضخة لا تعمل بكفاءة 100% في الواقع
- قدرة المضخة يمكن حسابها من $Pp = \frac{P_w}{Ep}$

حيث أن Ep كفاءة المضخة والتي تعبر بكسر عشري

حيث أن P_m هي طاقة المحرك الذي يشغل المضخة.

P_m=motor power

E_m=motor efficiency.

Ex: Determine the water power, pump power and motor load for a pump system designed to deliver 1.89 m^3/min (500gpm) against a total system head of 50m (164ft). Assume the efficiency of both pump and motor is 80%.

Answer:

$$Pw = 0.163 * 1.89 * 50 = 15.4kw\ (20.7hp)$$

$$Pp = \frac{15.4}{0.8} = 19.25kw$$.

$$Pm = \frac{19.25}{0.8} = 24.06kw$$.

Note: - the efficiency of pumps Ranges from as little as 40 prevent to as 90 percent depending upon the pump design, the fluid Pumped and nicety with which pump and application are matched.

- أن كفاءة المضخة تتراوح بين 40% كأقل ما يمكن و90% كأعلى ما يمكن اعتمادا على تصميم المضخة والمائع والتفاصيل التي تلائم المضخة وتطبيقاتها.

Centrifugal pumps (المضخات الانتباذية) مضخات الطرد المركزي

تعمل بمبدأ البشارة (المروحة) Impellerحيث تدور بسرعة معينة يرمز لها بالرمز اوميكا Wو هي السرعة الزاوية Angular velocityو وحداتها rpm (دوره لكل دقيقة) (revolution per minute

علاقة السرعة الزاوية مع التصريف علاقة طردية وكذلك مع ال head

ايضا فإن الطاقة اللازمة للمرة motorعلاقة طردية مع السرعة الزاوية.

Q varies with w

H varies with w^2

P varies with w^3

Ex: A Centrifugal pump operates at a speed of 1150 rpm and discharge of 2.3 m^3/min against a head of 120kpa. The power required is 8.2 kw compute:

1-the efficiency of the pump?

2-the discharge head and power if the pump speed was changed to 1750 rpm?

مضخة طرد مركزي انتباذية تعمل بسرعه 1150 دوره بالدقيقة تصريفه 2.3 m^3/min وشحنتها 120 kpaالطاقة المطلوبة (طاقة المضخة) 8.2kwاحسب:

1- كفاءة المضخة.

2- التصريف، الشحنة، الطاقة إذا تغيرت سرعة الانطلاق من 1150 إلى 1750 دورة بالدقيقة.

Solution:

$$1)\ Pw = 0.163QH = 0.163 * 2.3 * \left(\frac{\frac{120kN}{m^2}}{\frac{9.81kN}{m^2}}\right) = 4.586kW$$

$$Ep = \frac{Pw}{Pp} = \frac{4.586}{8.2} = 0.559 = \sim 56\%$$

$$2)\ Q \propto w\,,\quad Q1 \propto w1\ ,Q2 \propto w2$$

$$\frac{Q1}{Q2} = \frac{w1}{w2}\quad ,\quad \frac{2.3}{Q2} = \frac{1150}{175}\quad ,\quad Q2 = 3.5\frac{m^2}{\min}$$

وبنفس الأسلوب فانه وكما تعلمنا فإن h تتناسب مع مربع السرعة الزاوية $h \propto w^2$

$$\frac{h1}{h2} = \frac{w1^2}{w2^2}\quad ,\frac{12.23}{h2} = \left(\frac{1150}{1750}\right)^2\quad ,h2 = 28.31m$$

كذلك كما تعلمنا فإن p تتناسب مع مكعب السرعة $P \propto w^3$

$$\frac{P1}{P2} = \frac{w1^3}{w2^3}\quad ,\quad \frac{8.2}{P2} = \left(\frac{1150}{1750}\right)^3\quad ,\quad P2 = 28.9kW$$

Ex: A Centrifugal pump is to be operated with total head of 360kpa and discharge of 1.1 m^3/min. Compute the water power and motor power Assuming the efficiency of pump is 60% and for motor 85% if the cost of the current is 750 ID per kwh compute the monthly cost of operation if the daily Flow average is 750m^3.

Solution:

$$H = \left(\frac{360 \frac{kN}{m^2}}{9.81 \frac{kN}{m^2}} \right) = 36.7m$$

$$Pw = 0.163QH = 0.163 * 1.1 * 36.7 = 6.58kW$$

$$Ep = \frac{Pw}{Pp} \quad , \quad Pp = \frac{6.58}{0.6} = 10.967kW$$

$$Em = \frac{Pp}{Pm} \quad , \quad Pm = \frac{10.967}{0.85} = 12.9kW$$

لحساب كلفة الكهرباء المستخدمة شهريا إذا استخدمت المضخة لدفع 750m^3

$$Q = 1.1 * \frac{60min}{hr} = 66 \frac{m^3}{hr}$$

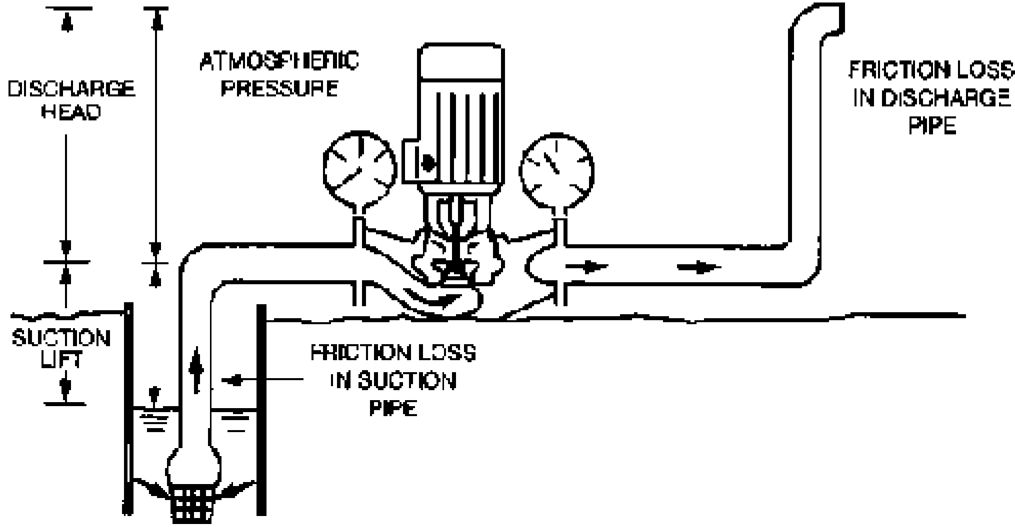
$$No. of\ opeation\ hours\ every\ day = \left(\frac{750m^3}{66 \frac{m^3}{hr}} \right) = 11.36hr$$

$$Total\ monthly\ cost$$

$$= 750\ ID * 11.36\ hr * 30\ days * 12.9\ kw = 3297140\ ID$$

Net positive suction head (NPSH)   صافي شحنة الامتصاص

كما ذكرنا سابقا يوجد موقعنا أو ثلاث المضخات في شبكة الاسالة، الموقع الأول بعد مصدر الماء مباشرة، الموقع الثاني بعد وحدة المعالجة المركزية لضخ الماء للمستهلك وقد يوجد موقع ثالث في حالة ربط مضخات الدعم وتربط على التوالي مع الشبكة.



عند عمل منظومة فإن هناك عوامل مؤثره عليها وهي: -

1- الضغط الجوي Atmospheric pressure وتأثيره ايجابي على ضغط المضخة اي كلما زاد الضغط الجوي في المنطقة يزداد عمل المضخة والعكس بالعكس صحيح.

2- ضغط البخار Vapor pressureتأثيره سلبي على ضغط المضخة

3- ارتفاع الامتصاص (أنبوب السحب) Suction liftكلما كان طول أنبوب السحب أطول يقلل من ضغط المضخة لي تأثيره سلبي والعكس بالعكس صحيح.

4- الفقدان Lossesتأثيره سلبي على عمل المضخة اي عند زيادة Lossesفإنه يقلل من عمل المضخة.

NPSH=P atmospheric – Suction lift – P Vapor – Losses

- عند زيادة درجة الحرارة سيرتفع مقدار ضغط البخار وبالتالي سيقلل من عمل المضخة.

- عند التصميم لعملية نصب المضخة في منطقة ما يجب أن تؤخذ maximum temperatureلتلك المنطقة لغرض أن يكون التصميم في الجانب الآمن.
- الضغط الجوي وخلال فترة العواصف يقل بمقدار 3.5kpa لذا عند التصميم يوصى بطرح هذا المقدار من قيمة الضغط الجوي المستخرج من الجدول.

NPSH

NPSH (available): - absolute pressure at the suction port of the pump.

NPSH (required): - the maximum pressure required at the suction port of the pump form cavitations.

NPSH (available) must be calculated

NPSH (required) provided by the manufacturer.

To avoid cavitations

NPSH (available) > NPSH (required)

التكهف :cavitation - يحصل في المضخات عندما يكون الضغط الجوي في مدخل المضخة اقل من ضغط البخار فتتكون فقاعات البخار عند مدخل المضخة وتدخل إلى أنبوب التصريف وقد يؤدي ذلك إلى انهيار المنظومة.

يمكن تمييز حالة التكهف بواسطة الاتي: -

1- الصوت العالي.
2- نقصان في السعه حيث أن الفقاعات تشغل الحيز بدلا من المائع.
3- تآكل في أجزاء المضخة الداخلية او وجود نقاط سوداء على جسم المضخة (على الدفاعة أو ال case).

جدول يوضح تغير الضغط الجوي مع تغير الارتفاع	
الضغط Kpa	الارتفاع m
101	0
98	305
96	457
95	610
88	1220
81	1830
75	2439
70	3049
57	4573(15000ft)

جدول يوضح تغير ضغط البخار مع درجة الحرارة	
الضغط Kpa	درجة الحرارة C
0.61	0
0.84	4.4
1.23	10
1.76	15.6
2.5	21.1
3.5	26.7
4.81	32.2
6.54	37.8
8.81	43.3
11.7	48.9
15.3	54.4
19.9	60

Ex: - what is the maximum permissible difference in elevation between the water surface in intake structure and the pump under the following condition: -

Latitude = 1000m

Max. water temp. = 25 C^{o}

Intake pipe diameter = 150mm

Flow = $2m^3$/min

Minor losses $V^2/2g$, (k=1)

NPSH (required) = 40kpa

Solution: -

من الجدول الخاص بالعلاقة بين الضغط والارتفاع نأخذ قيمة الضغط الجوي للارتفاع 1000m ويساوي 90.16kpa

وكذلك من الجدول الخاص بالعلاقة بين ضغط البخار ودرجة الحرارة نأخذ قيمة ضغط البخار ولدرجة الحرارة المعطاة في السؤال وهي c25 وتساوي 3.2kpa

Losses

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{2m^3/min}{\left(60\frac{sec}{min}\right) * 0.15^2 * (\frac{\pi}{4})} = 1.88(\frac{m}{sec})$$

$$losses = \frac{v^2}{2g} = \frac{1.88^2}{2 * 9.81} = 0.18$$

من خلال نحول الخسائر الى وحدات kpa

0.81*9.81=1.77kpa

$$NPSH = (90.16 - 3.5) - SUCTION\ LIFT - 3.2 - 1.77$$

$$40 \quad = (90.16 - 3.5) - SUCTION\ LIFT - 3.2 - 1.77$$

$$SUCTION\ LIFT = 41.69Kpa = 4.25m$$

Water treatment plants محطات معالجة المياه

الشكل التالي هو رسم تخطيطي لمراحل معالجة المياه المأخوذة من نهر آر بحيرة على سبيل المثال.



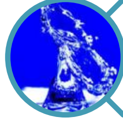
مصدر الماء Water resource



الماخذ Intakes



مضخات الضغط الواطىء L.L.P



المزج السريع Rapid mixing



التخثير و التلبيد Gougulation&Flocculation



ترسيب Sedimentation



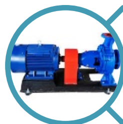
ترشيح Filteration



وحدة الكلورة Chlorination



خزن ارضي Ground storage



مضخات الرفع العالي H.L.P



شبكة الاسالة Network

- ان طبيعة المعالجة تعتمد على نوع الماء المطلوب ونوع ماء المصدر

تصنيف الماء

يصنف الماء بيئيا إلى: -

1- Class I مياه درجة أولى

وهي المياه الخالية من التلوث البكتيري ولا تحتوي على عكوره اي ان يد الإنسان (الأنشطة البشرية) لم تصل إليها وهذا النوع لا يحتاج إلى معالجة ولكن لغرض الأمان يضاف إليه الكلور لغرض التعقيم.

2- Class II مياه درجة ثانية

وهي مياه صافية عذبة من حيث الطعم وذو نوعية جيدة لكن فيها تلوث بكثيري ضعيف لذلك تحتاج إلى عملية كلورة فقط.

3- CLASS III مياه درجة ثالثة

وهي مياه ملوثه وتحتوي على عكوره ويحتوي هذا النوع من المياه على تلوث بكتيري.

4- Class IV مياه درجة رابعة

وهي مياه ملوثة جدا نتيجة لتغير خواصها الفيزيائية مثل اللون والطعم والرائحة كذلك تحتوي على تلوث بكتيري.

توجد مياه خارجة عن التصنيف السابق (الأصناف الأربعة)

- >Class IV

وهي مياه حالتها سيئة جداً ولونها مائل إلى السواد

المآخذ Intakes

What are Intake Structures?

Intake structures are used for collecting water from the surface sources such as river, lake, and reservoir and conveying it further to the water treatment plant. These structures are masonry or concrete structures and provides relatively clean water, free from pollution, sand and objectionable floating material.

Factors effecting site selection for Intake structures:

1. The site should be so selected that it may admit water even under worst condition of flow in the river. Generally, it is preferred that intake should be sufficiently below the shore line.

2. Site should be very close to treatment plant as possible.

3. It should be so located that it is free from the pollution. It is better to provide intake at upper stream of city so that water is not contaminated.

4. It should not interfere with river traffic, if any.

5. It should be located where good foundation conditions are available.

6. It should be so located that it admits relatively pure water free from mud, sand and pollutants. Means it should be protected from rapid currents.

Design Considerations

1. sufficient factor of safety against external forces such as heavy currents, floating materials, submerged bodies, ice pressure, etc.
2. should have sufficient self weight so that it does not float by upthrust of water.

Types of Intake Structures:

Intakes are classified under three categories.

Category 1:

- Submerged intake
- Exposed intake

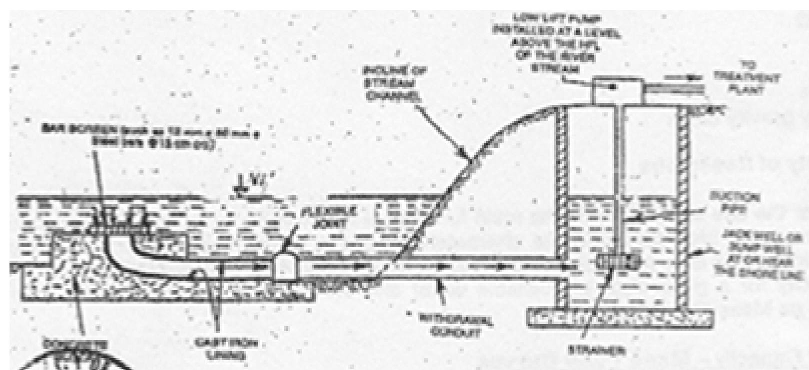
Category 2:

- Wet intake
- Dry intake
- **Category 3:**
- River intake
- Reservoir intake
- Lake intake
- Canal intake

Submerged Intake Structures:

1) It is the one which is constructed entirely under water.

2) It is commonly used to obtain supply from a lake.



Exposed Intake Structures:

1) It is in the form of a well or tower constructed near the bank of a river, or in some cases even away from the river banks.

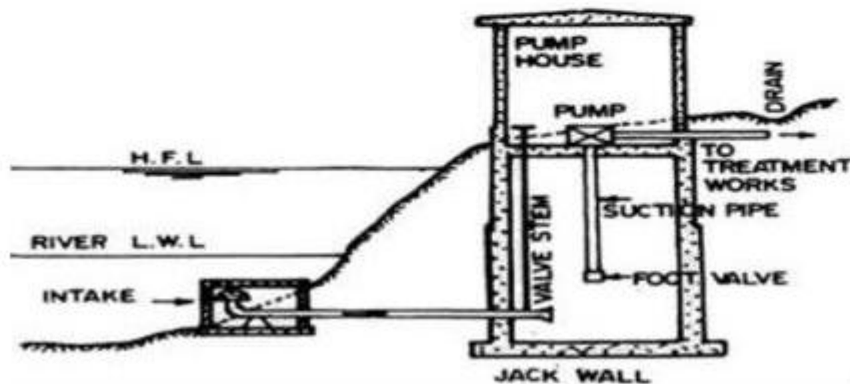
2) Exposed intakes are more common due to ease in operation.



Wet Intake Structures:

1) It is a type of intake tower in which the water level is practically the same as the level of the sources of supply.

2) It is sometimes known as Jack well and is most commonly used.



Dry Intake Structures:

1) In case of dry intake there is no water in the water tower.

2) Water enters through entry port directly into the conveying pipes.

3) It is simply used for the operation of valves etc.

River Intake Structures:

1) It is a type of intake which may either located sufficiently inside the river so that demands of water are met with in all the seasons of the year, or they may be located near the river bank where a sufficient depth of water is available.

2) Sometimes, an approach channel is constructed and water is led to the intake tower.

3) If the water level in the river is low, a weir may be constructed across it to raise the water level and divert it to the intake tower.

إذا كان مستوى الماء في النهر منخفض، قد يتم بناؤها هدار عبرها إلى رفع منسوب المياه وتحويل ذلك إلى البرج المدخول

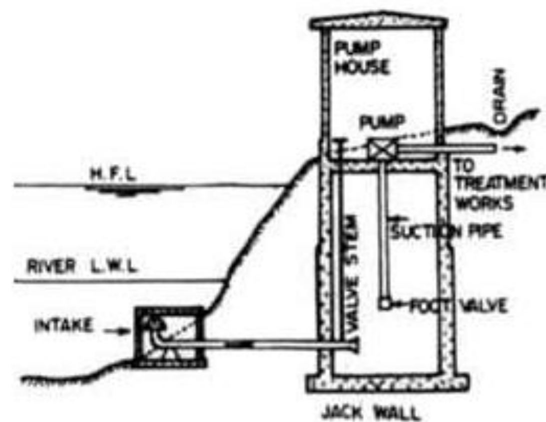


Fig of river intake

Reservoir Intake Structures:

1) When the flow in the river is not guaranteedغير مضمون throughout the year, a dam is constructed across it to store water in the reservoir so formed.

2) These are similar to river intake, except that these are located near the upstream face of the dam where maximum depth of water is available.

3) Design of intake may vary based on the type of dam.



Canal Intake Structures:

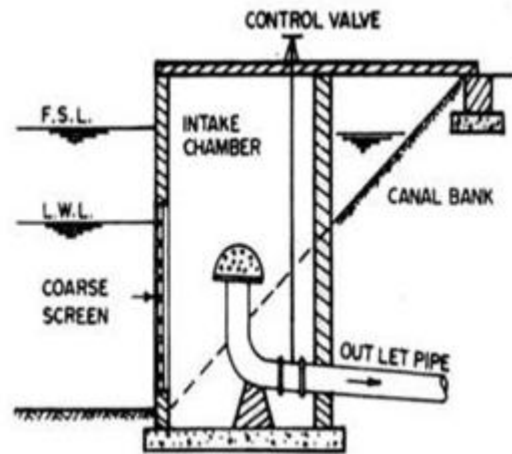
1) In some cases, source of water supply to a small town may be an irrigation canal passing nearer or through the town. Then it will be constructed.

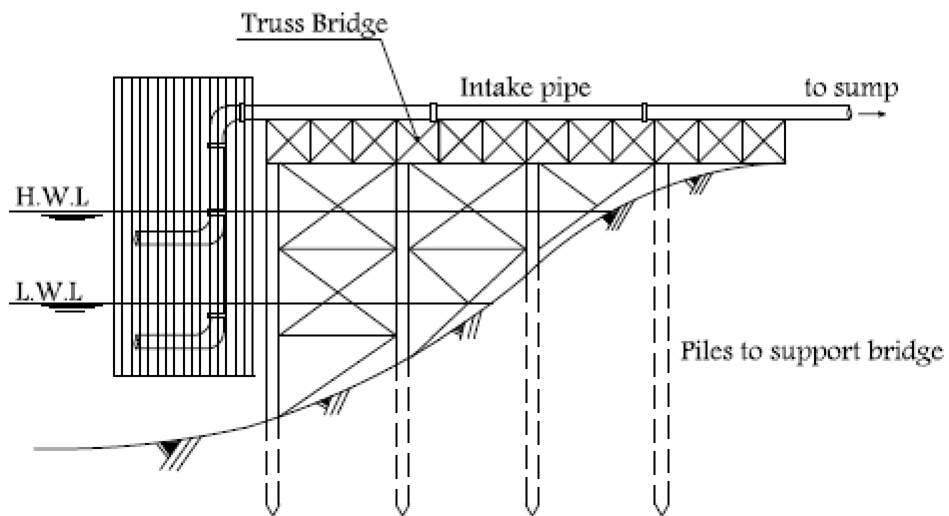
2) Generally it consists of masonry or concrete intake chamber of rectangular shape, admitting water through a coarse screen.

3) A fine screen is provided over the bell mouth entry of the outlet pipe.

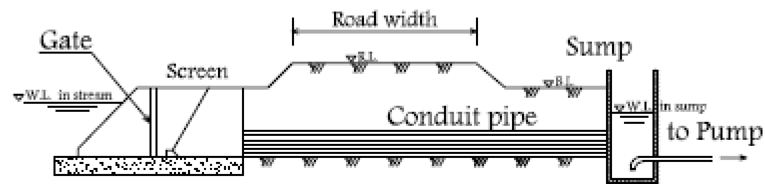
4) The intake chamber may be constructed inside the canal bank if it does not offer any appreciable resistance to normal flow in the canal.

5) It’s preferred to provide lining to the canal near the intake chamber.

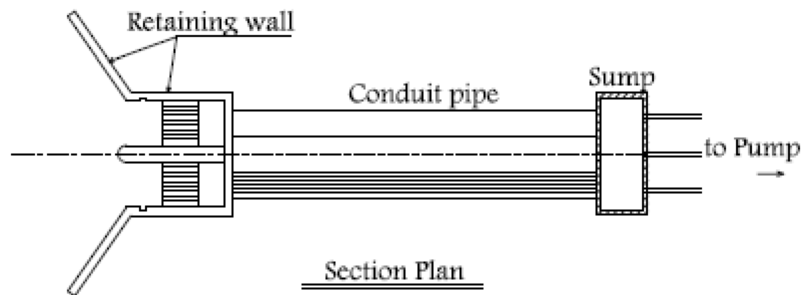

CONTROL VALVE
F.S.L.
INTAKE
CHAMBER
CANAL BANK
L.W.L.
COARSE
SCREEN
OUT LET PIPE


Truss Bridge
Intake pipe
to sump
H.W.L
L.W.L
Piles to support bridge

Pipe intake

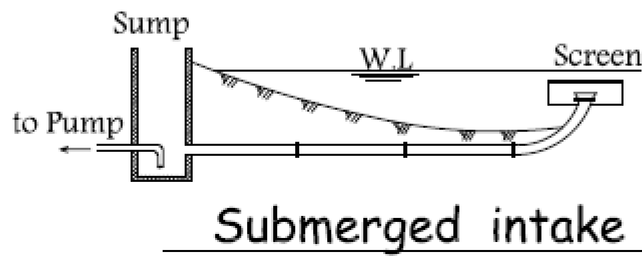


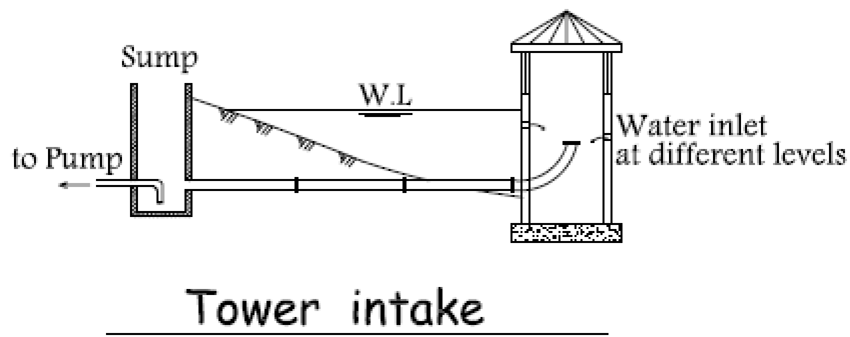
Section Elevation



Section Plan

Shore intake





Design considerations

المحددات الخاصة بتصميم المآخذ فهي: -

Design flow (m^3/min)

Q_d= $Q_{maximum\ monthly}$

Q_{min}= 0.7× $Q_{average}$

V≥ 0.6 m/sec (to prevent settling)

V≤ 1.5 m/sec (to prevent pipe scouring)

V≤ 2.5 at emergency case or at maintenance

Diameter (Ø 200, 300, 350, 400, 450, 500,……..etc)

No. of pipes ≥2

مواسير المأخذ دائما تصمم على المستقبل لانها تنفذ على مرة واحدة (بعكس باقي أجزاء المحطة التي يمكن تنفيذها على اكثر من مرحلة تبعا للخطة الموضوعة) ثم يتم عمل check على التصرف الحاضر.

التصرف في ماسورة المأخذ يتبع عدد ساعات العمل للمضخة فاذا كانت تعمل اقل من 24 ساعة يوميا فالتصرف المار في المواسير يحسب بالقسمة على عدد ساعات العمل الفعلية

Design steps:

* Get $Q_{m.monthly}$ & Q_{min}
* Assume $v = 1 : 1.5 \quad m/sec$
* $Q = v \; x \; A_{req} \rightarrow A_{req} = \frac{Q_{m.m}}{v} = \checkmark\checkmark \; m^2 = n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2$
* Choose suitable n, φ
* Check velocities:

$$1 - v_{act} = \frac{Q_{m.m}}{n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2} \quad (0.6 : 1.5) \quad m/sec$$

$$2 - v_{min} = \frac{Q_{min}}{n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2} \quad \geq 0.6 \quad m/sec$$

if not, close pipe and recheck

$$3 - v_{max.max} = \frac{Q_{m.m}}{(n-1).\frac{\pi}{4}.\varphi^2} \quad \leq 2.5 \quad (emergency\ case)$$

if not, increase one pipe $\rightarrow n_{new} = n + 1$

Example 1

Design the intake pipes for water treatment plant serves 200,000 c and av WC = 200 l/c/d

Solution

$$Q_{av} = Pop. \; x \; WC = 200{,}000 \; x \; \frac{200}{1000 \; x \; 24 \; x \; 60 \; x \; 60} = 0.463 \quad m^3/sec$$

$$Q_{max.monthly} = 1.4 \; x \; Q_{av} = 0.648 \quad m^3/sec$$

$$Q_{min} = 0.7 \; x \; Q_{av} = 0.324 \quad m^3/sec$$

Assume $v = 1.4 \quad m/sec$

$$A_{req} = \frac{Q_{m.m}}{v} = \frac{0.648}{1.4} = 0.463 \quad m^2 = n.\frac{\pi}{4}.\varphi^2$$

$n = 2 \rightarrow \varphi = 550 \; mm$

$n = 3 \rightarrow \varphi = 450 \; mm \quad \checkmark\checkmark$

$n = 4 \rightarrow \varphi = 400 \; mm$

try $3 \; \varphi = 450 \; mm$ (area of one pipe $= .159 \; m^2$)

Check

$$1 - v_{act} = \frac{.648}{3 \; x \; .159} = 1.36 \qquad < 1.5 \qquad o.k$$

$$2 - v_{min} = \frac{0.324}{3 \; x \; .159} = .68 \qquad > .6 \qquad o.k$$

$$3 - v_{max.max.} = \frac{0.648}{2 \; x \; .159} = 2.04 \quad < 2.5 \qquad o.k$$

1- Water level variation تغير مناسب المياه في المصدر

أن مستوى الماء يؤثر على عمل المضخات في المآخذ فيجب أن يوفر ذلك شرطا مهما هو NPSH المتوفر موقعيا NPSH ≥للمضخة

وإذا لم يتوفر هذا الشرط فإن ظاهرة التكهف ستحدث في المضخات.

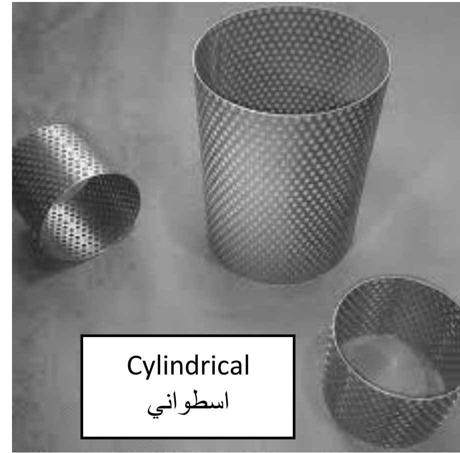
وعموما تحدد المسافة بين مستوى الماء في المصدر ومنسوب المضخة بمقدار 5 متر أو أقل.

2- Water quality نوعية المياه

غالبا ما تحتوي مياه الأنهار والبحيرات على شوائب كبيرة طافية كجذوع الأشجار وفروعها وغيرها ولضمان عدم سحب هذه الشوائب مع المياه يتم السحب عن طريق مصفاة خاصه تسمى strainer

ويجب وضع هذه المصفاة على مسافة وعمق مقبولين بين قاع المصدر ومنسوب سطح الماء في النهر أو البحيرة

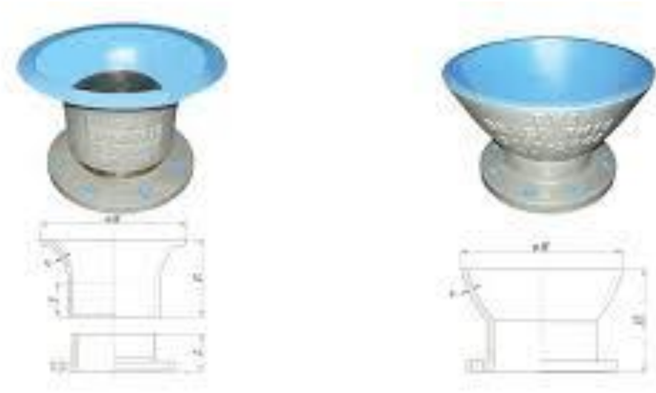
هناك أنواع من المصافي strainers منها:



Cylindrical
اسطواني



Bell mouth
فم الناقوس



3- Detention time in the well: زمن المكوث في بئر السحب

ويتراوح بين 15 و30 دقيقة اي ان المضخات ستعمل بصورة متقطعة.

4- Bottom of the well: قعر بئر السحب

يجب أن ينخفض قعر بئر السحب بمقدار لا يقل عن 1 متر عن قاع النهر لترسيب الاطيان التي قد تسحب مع الماء.

5- المسافة بين صمام السحب في بئر السحب وقاع البئر هو بحدود 0.6 متر وذلك لمنع حدوث الترسبات داخل البئر والتي قد تؤثر على المضخات.

- ***يجب ملاحظة المحددات التالية بالنسبة للمصافي: -***

1- Entrance velocity for strainers is 0.15 to 0.3 m/sec
سرعة دخول الماء للمصفاة
2- Sum. Area for strainers holes ≤ 50% of gross area of strainer
3- Velocity for gravity pipe = 0.6 to 1.5 m/sec
4- Discharge for wash pipe =1/3 discharge for gravity pipe
5- Flow velocity for wash pipe =3 m/sec

Ex:- It's required to design a strainer with unperforated top and 0.6m heigh also find the diameter of the gravity pipe, wash pipe and the size of the well if the flow req. is 10 m^3/min? note:- water surface Ele. = 252m
river bed Ele = 249m

<u>Solution</u>:- Unit should be duplicated

① $Q = \frac{Q_T}{2} = \frac{10}{2} = 5\ m^3/min$ التصريف لوحدة واحده

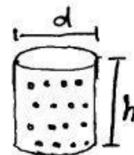
② Strainers

assume flow velocity (enterance) = 0.15 m/sec سرعة الدخول

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{5\ m^3/min}{0.15\ \frac{m}{sec} * 60\ \frac{sec}{min}} = \underline{\underline{0.55\ m^2}} \text{ effective area}$$

(تحويل)

$\therefore$ gross Area = effective area * 2 $\Rightarrow 0.55 * 2 = 1.1\ m^2$



Area of Strainers = $\pi d h$

$1.1 = \pi (d)(0.6) \Rightarrow d = 0.59\ m \simeq 0.6m$

③ Gravity pipe * وهو الأنبوب الذي ينقل الماء الى البئر

Assume V = 1.5 m/sec

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{5\ m^3/min}{1.5\ \frac{m}{sec} * 60\ \frac{sec}{min}} = 0.055\ m^2$$

$A = \frac{\pi}{4} d^2 \Rightarrow 0.055 = \pi/4 * d^2 \Rightarrow d = 0.265m$ قطر الأنبوب

④ Wash pipe أنبوب الغسل

Assume V = 3 m/sec

(ضمن المعادلة فان تصريف أنبوب الغسل
هو <u>ثلث</u> تصريف أنبوب السحب)

$Q = \frac{5}{3}\ m^3/min$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{\frac{5}{3}}{3\,m/sec * 60\,\frac{sec}{min}} = 0.009\,m^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \Rightarrow d = 0.107\,m$$

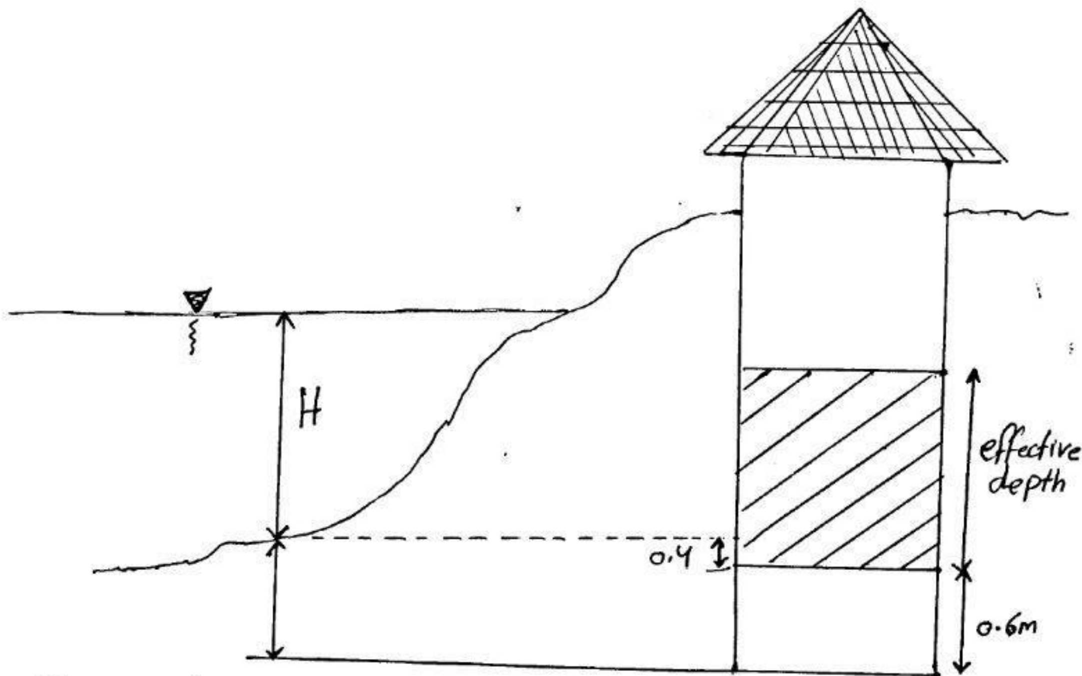
(5) Size of the Well — حجم البئر

Assume Detention time = 20 min

Volume = $Q * time$

Volume = $5\,m^3/min * 20\,min = 100\,m^3$

ان الحجم ($100\,m^3$) لايمثل حجم الحوض الكلي وانما الحجم المؤثر فقط ويسمى ايضا بالحجم الفعال.



effective depth = $252 - 249 + (1 - 0.6) = 3.4\,m$

Assume Cylinder Well

Volume = area * effective depth

$$Area = \frac{100\,m^3}{3.4\,m} = 29.4\,m^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow 29.4 = \frac{\pi}{4} D^2 \Rightarrow D = 6.1\,m$$

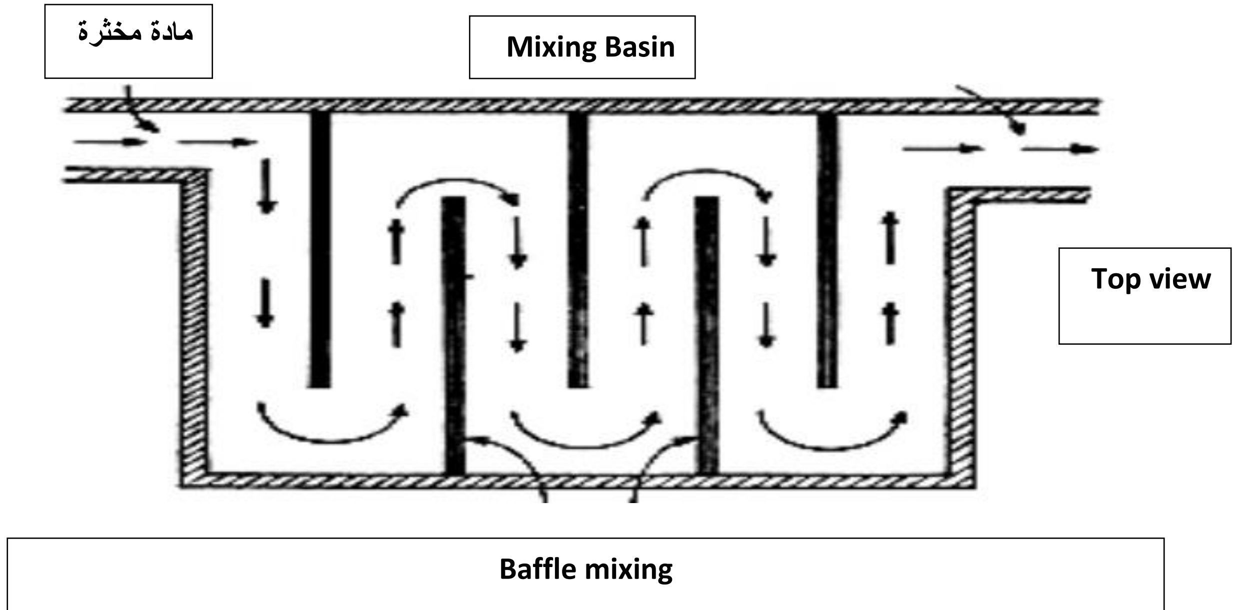
قطر بئر السحب

المزج أو الخلط السريع   Rapid Mixing

لغرض تصفية الماء ومعالجته يتطلب اضافه العديد من المواد الكيماوية إلى الماء ويستخدم الخلط أو المزج لتشتيت المواد الكيماوية المضافة إلى الماء أثناء المعالجة وتستخدم معدات خاصه بالخلط والعديد من الطرق.

1- Hydraulic Mixing static   المزج الهيدروليكي أو الستاتيكي

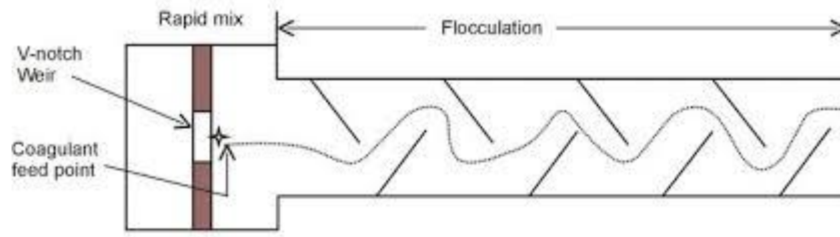
ويتم المزج عن طريق أحواض خاصة تحتوي على فتحة جريان لدخول الماء مع المضافات وفتحة خروج ويجهز الحوض بالعديد من حواجز المزج
لغرض إطالة فترة جريان الماء



Baffle mixing

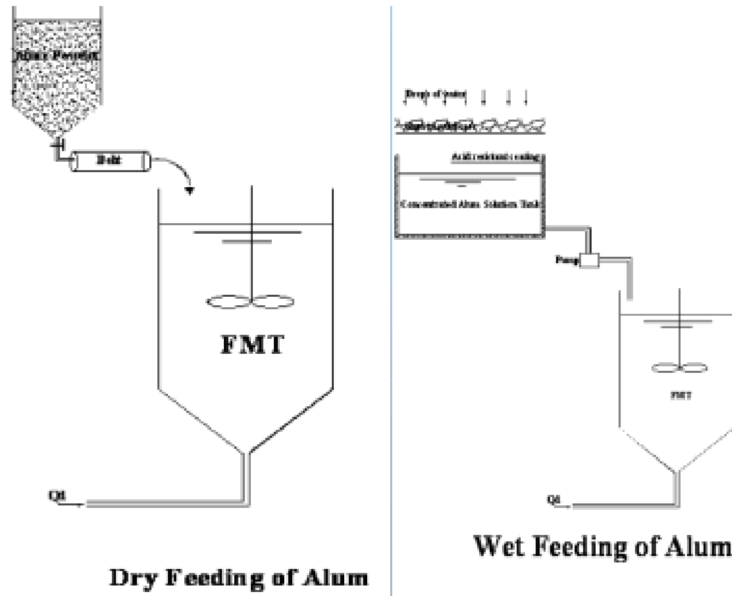
توضع المادة المخثرة عند فتحة دخول الماء ونتيجة الدخول بالضغط ولوجود حواجز داخل الحوض فإن جريان الماء سوف يتغير اتجاه حركته وبالتالي سيزداد طول المسار الذي يسير به الماء ابتداء من فتحة دخول الماء وانتهاء بفتح التصريف وبذلك تحصل عملية المزج وتتميز طريقة المزج هذه بأنها طريقة اقتصادية كونها لا تحتاج إلى طاقة ميكانيكية ولكنها في نفس الوقت تبدي بعض المساوئ المتمثلة بفقدان الشحنة بمقدار يتراوح بين 0.5 و1 متر.

- هناك اسلوب آخر للمزج الهيدروليكي يسمى بطريقة المزج بالجاذبية كما موضح في الشكل التالي



2- Mechanical Mixing المزج الميكانيكي

ويتم المزج في أحواض صغيرة الحجم وأصغر كثيرا من تلك المستخدمة بالمزج الهيدروليكي وغالبا يتم المزج عن طريق المراوح الطاردة propellerأو بواسطة التوربينات الاضطرابية



غالبا ما يكون المزج بالتوربينات أكثر كفاءة من المزج بالمراوح الطاردة ولذلك لكون مساحة ريش المزج أكبر في حالة التوربينات وكذلك تتميز بسرعتها العالية ويجب أن يكون زمن المزج في كلا النوعين بحدود 30 إلى 60 ثانية لإتمام عملية المزج.

Ex: Design a rapid Mixing unit (Mechanical) for Q=5 mgpd. Assuming D.T =1 minute صمم وحدة للمزج السريع تصريفها 5 مليون غالون في اليوم مفترضا أن زمن المكوث هو دقيقة واحدة

Solution

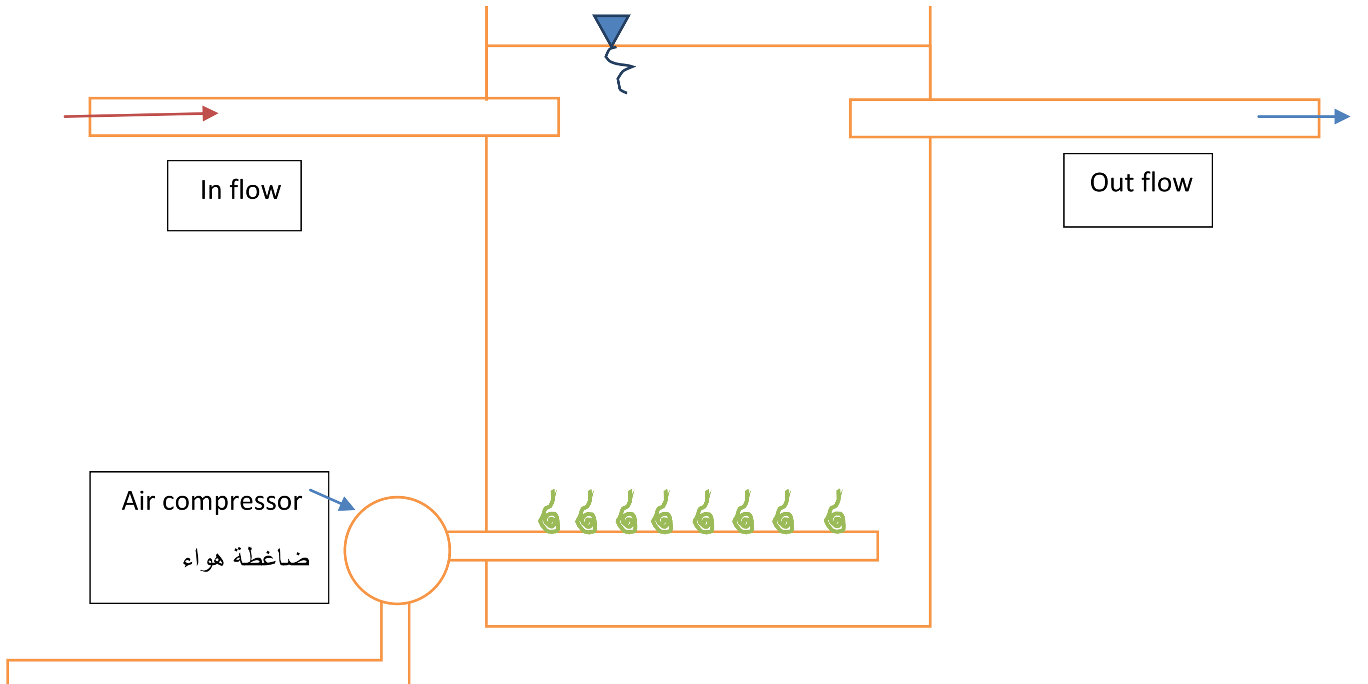
Vol. = Q*T

$$= 5 * 10^6 \ \frac{g}{d} * 3.785 \ \frac{L}{g} * \frac{1}{1000} \ \frac{m^3}{L} * 1\text{min} * \frac{day}{1440\text{min}}$$
$$= 13.142 \ m^3$$

ملاحظة: إذا لم يعطي زمن المكوث في السؤال عندها يستخدم 60 ثانية اي 1 دقيقة وإذا اعطي يستخدم الزمن المعطى.

3- Air Mixing المزج بواسطة الهواء

وفي هذه الطريقة يستخدم الهواء المضغوط لإتمام عملية المزج في داخل الأحواض والتي تضخ الهواء المضغوط عن طريق شبكة أنابيب تثبت في أسفل حوض المزج مزودة بمئات وآلاف الثقوب الصغيرة التي ينفذ منها الهواء والذي يقوم بدوره بتقليب محتويات الحوض لإتمام عملية المزج.



- حيث أن الهواء المضغوط يقوم بتقليب وتحريك المحتويات لغرض مزجها فإن بنفس الوقت سيتم التخلص من ايونات الحديد أو المنغنيز الموجودة والمذابة في الماء وتحويلها إلى راسب اي ان الهواء المضغوط بالإضافة إلى وظيفة التقليب فإنه سيتم التخلص من ملوثات الحديد والمنغنيز

التخثير Coagulation

Coagulation:

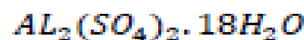
عملية إضافة مواد كيميائية coagulants (المواد المروبة) للمياه حتى تتفاعل مع القلوية الموجودة بالمياه فتنتج مادة لها ملمس جيلاتيني تجذب الحبيبات العالقة في الماء وتكون حبيبات أكبر حجما تترسب بشكل اسرع .

Purpose of coagulation:

1- Reduce of Detention time
2- Increase filtration rate
3- Increase sedimentation efficiency (90:96%)
4- Improve water quality

Coagulants types:

1- Aluminum sulphate الشبه



$AL_2(SO_4)_2.18H_2O$

وهي أكثر المواد استخداما لرخصها وعدم وجود اثار سيئة لها في المياه

2- Based on iron

- Ferric sulphate
- Ferric chloride
- Ferrous sulphate



$$fe_2.(so_4)_3 + ca.(oH)_2 \rightarrow fe(oH)_3 \downarrow (floccs) + ca.so_4 + H_2o$$

Factors affecting coagulation:

1- Water PH
2- Coagulant dose
3- Coagulant type

4- Temperature
5- Mixing type

Coagulation process:

Coagulation process consists of these stages:

1- Adding coagulants (feeding)
2- mixing
3- flocculation
4- sedimentation

1)-Feeding:

Adding coagulants to water by dry or wet feeding

Dry feeding:

يتم إضافة المواد المروبة كمسحوق بدرة على المياه ولكن هذه الطريقة بها عيوب مثل :

1- صعوبة التحكم في مقدار الجرعة
2- يحتاج الى عمالة أكثر
3- تاثر المخزون بالرطوبة النسبية

Wet feeding:

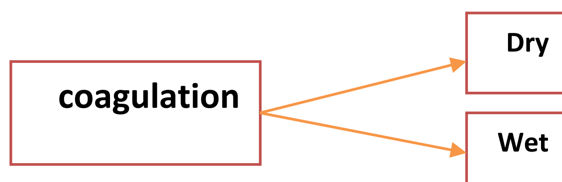
وفيه يتم عمل محلول solution من المادة المروبة والماء في خزان يسمى alum solution tank

وتميز هذا النوع ب:

1- كفاءة انتشار المحلول في الماء
2- سهولة التحكم في الجرعة

غالبا ما تزال المواد الطافية والعالقة من المياه وخاصه المواد العالقة الكبيرة الحجم بواسطة مصافي سحب المياه من المصدر اما الجسيمات الغروية فهي حبيبات صغيرة ومتناهية في الصغر ومنفصلة الواحدة عن الأخرى discrete tiny particlesوتكون منتشرة في محيط عالق dispersion medium وطالما كانت هذه الدقائق صغيرة ومستقرة فإنها لا تميل الى التجمع لكونها مستقرة ولا تميل الى التجمع لكونها مستقرة ولا تميل الى الترسيب لكونها صغيرة الحجم.

لإزالة تلك الدقائق فإنه من الضروري تجميع هذه الجسيمات الصغيرة وتحويلها إلى جسيمات أكبر وهذا ما يدعى بعملية التخثير ويكون حجم الجسيمات الغروية بين 1 إلى 10 ملي مايكرون(ملم 10^{-6})



يعتبر الشب (كبريتات الألمنيوم) من أهم المواد المخثرة المستخدمة في محطات التصفية للعديد من الأسباب: -

1- رخيص الثمن
2- سهولة خزنه
3- متوفر بكثرة
4- لا يفقد خاصه مع الخزن
5- يمكن استخدامه صلبا أو محلولا
6- سهولة نقلة لعدم وجود مخاطر من جراء النقل
7- مادة خاملة

لا يمكن استخدام كميات مواد مخثرة بصورة عشوائية فقد تكون تلك المادة المخثرة قليله لا تؤدي إلى آخر المواد العالقة أو قد تزداد الكمية عن الحد المطلوب فتؤدي إلى تشبع المحلول بهذه المادة وزيادة المواد العالقة وزيادة الكدرة.

ولذلك يتم إجراء فحص خاص لمعرفة كمية المادة المخثرة المثالية بمعرفة مقدار الجرعة المثالية للمادة المخثرة يتم ذلك بواسطة فحص خاص يسمى فحص الجرة ويجرى هذا الفحص يوميا مرة واحدة على الاقل وتستخدم مادة الشب كمادة مخثرة.



الجهاز عبارة عن مجموعة أوعية تتراوح من 6 إلى 8 وعاء، سعة كل وعاء 1 لتر، مثلا اوعية بالماء ثم تضاف المادة المخثرة لكل وعاء بتراكيز مختلفة وبوحدات ملغم/لتر أو بوحدات ppm اي جزء من المليون فمثلا تكون التركيز كالآتي

رقم الوعاء	1	2	3	4	5	6
الجرعة mg/L	60	50	40	30	20	10

تحتوي الأوعية على خلاطات كهربائية مربوطة بمصدر التيار الكهربائي يبدأ التشغيل في البداية بصورة سريعة ولفترة 1 إلى 2 دقيقة بعد ذلك تقلل سرعة المزج حيث يشغل بصورة أبطأ ولمدة 20 دقيقة بعدها يتم إطفاء الجهاز وترك النماذج لفترة 30 إلى 40 دقيقة.

1- عند عملية المزج السريع 1 إلى 2 دقيقة سيبدأ تفاعل المادة المخثرة وحصول التخثير
2- عند السرعة البطيئة 20 دقيقة تحدث عملية تلبيد حيث تزداد فرصة تصادم الجزيئات مع بعضها البعض وتكوين اللباد نتيجة التجمع
3- عند ترك النماذج لمدة 30 إلى 40 دقيقة تعطي فرصه لترسيب اللباد

بعد ذلك يتم سحب عينة من كل وعاء وتدرس تلك العينة لمعرفة مقدار الكدرة turbidity. الوعاء الذي فيه أقل كدرة تعتبر الجرعة التي أضيفت إليه هي الجرعة المثالية اي أنها الجرعة أفضل جرعة لإزالة الكدرة من ذلك النوع من المياه من الجدير بالذكر أن لكل نوع ماء خام توجد جرعة مثالية واحدة فقط.

العوامل المؤثرة على عملية التخثير

1- نوعية المياه
2- كمية وخواص المواد الغروية
3- قيمة التركيز الهيدروجيني للماء
4- الخلط السريع
5- القاعدية
6- خواص الايونات في الماء
7- فترة التلبيد
8- درجة الحرارة
9- سرعة المجاذيف

حساب كمية المخثرة اللازم لمحطة معينة خلال فترة زمنية محددة

Quantity of congestion agent

كمية المادة المخثرة = تصريف محطة التصفية * جرعة الشب المستخدمة

Ex: Find the Quantity of alome. Used per day for water treatment station with Q= 1000m^3/day and a dose of alome. Of 50mg/L.

Solution

Total Qua

التلبيد Flocculation

التلبيد عبارة عن عملية تحريك بطيء للسائل

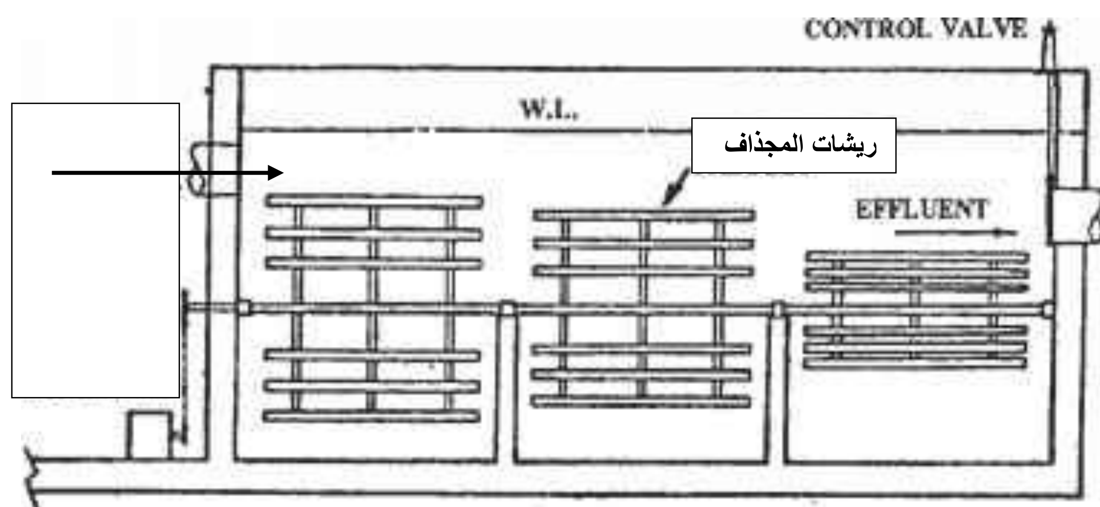
الهدف منها زيادة فرصة التماس بين اللبادات الصغيرة وتحويلها إلى لبادات كبيرة لغرض ترسبها والتخلص منها

وتستخدم أحواض خاصة للتلبيد تحتوي على خلاطات mixerعلى شكل مجاذيف paddlesتدور حول محور ثابت بواسطة محركات خاصة.

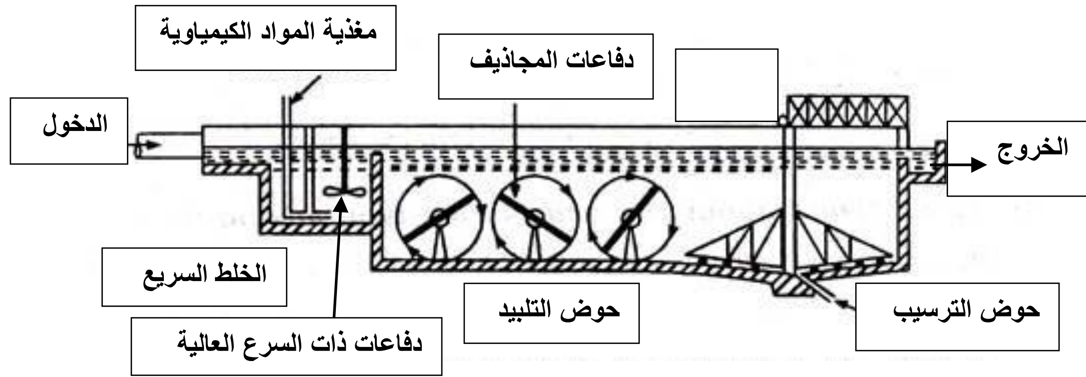
يوجد نوعان من احواض التلبيد أو الملبدات

1- الملبدات الميكانيكية mechanical flocculator

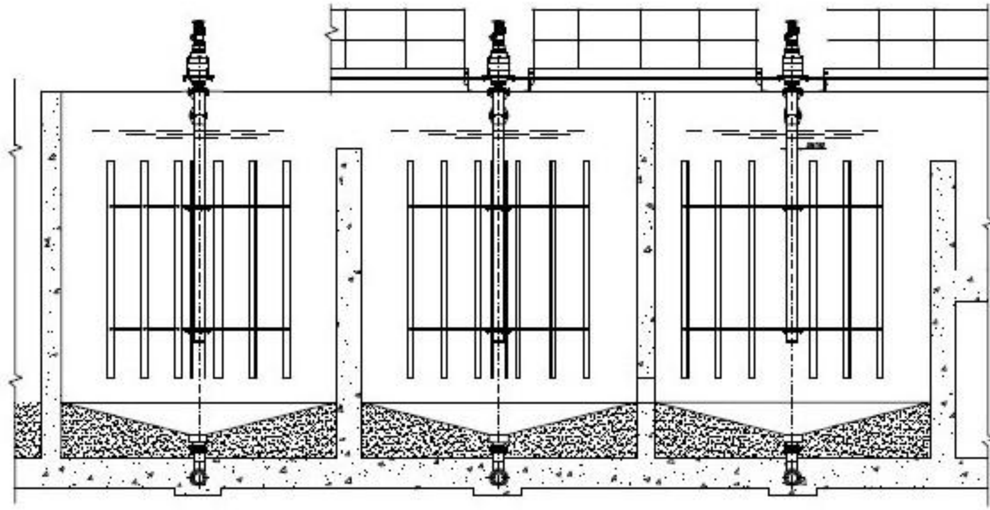
وهي عبارة عن أحواض تلبيد ذات مراوح افقية Horizontal



- قد تصمم الملبدات ذات المراوح الأفقية بشكل آخر حيث تكون المراوح متعددة وتكون موزعة بانتظام على طول حوض التلبيد

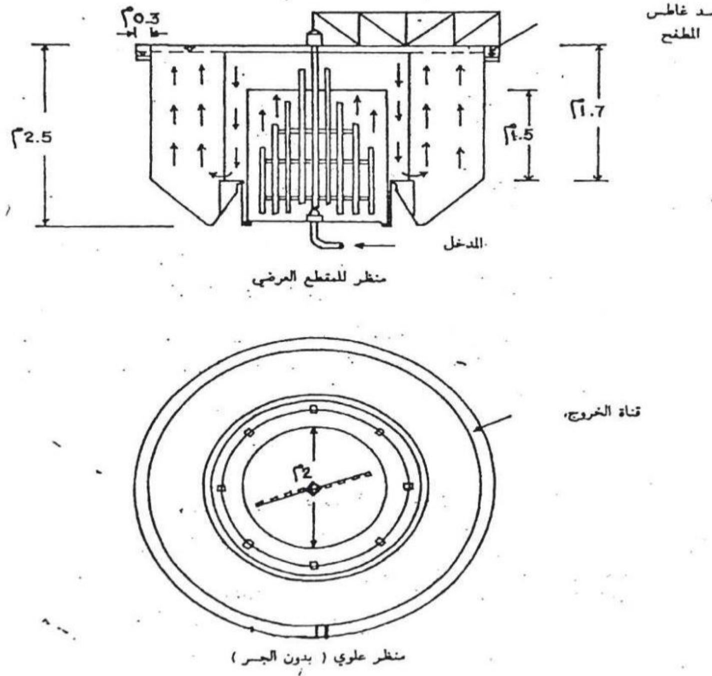


- أو أحواض تلبيد ذات مراوح شاقوليه



2- الملبدات الهيدروليكية Hydraulic flocculator

وهي عبارة عن حوض مشترك للتلبيد والترسيب معا ويتراوح عمق هذه الأحواض بين 3 و7 متر كما موضح في الشكل



المحددات التصميمية للملبدات Design considerations

1- المحدد الأول .D. T

الماء يحتاج من 20 إلى 30 دقيقة ويستفاد من هذه الحالة في حساب حجم الحوض إذا علم مقدار التصريف وكما يلي

$$\mathbf{V = Q * D.T}$$

2- المحدد الثاني قيمة انحدار السرعة

$$G = 20 - 50sec^{-1}$$

وهذه القيم قد تتغير ولكنها تعتبر المثلى لعمل اللبادة بحجم مناسب ليتم ترسيبها بشكل سريع

$$Velocity\ grocdient\ \frac{dv}{dy} = \frac{\frac{m}{sec}}{m} = sec^{-1}$$

بعض المصادر تعطي قيمة G بين ($25\text{-}65\ sec^{-1}$)

تحسب قيمة Gمن المعادلة التالية

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}}$$

حيث أن

$P =$ **الطاقة المستخدمة بوحدات الواط**

$$P = power\ input\ in\ watt$$

$$Watt = Newton * \frac{meter}{sec}$$

$$\mu = dynamic\ viscosity\ \left(N * \frac{sec}{m^2}\right)$$

$$V = Flocculator\ volume\ (m^3)$$

- اللزوجة هي دالة لدرجة الحرارة للماء ($1.312*10^{-3}\ \frac{N*S}{m^2}$)

إذا لم تعطى في السؤال تستخدم القيمة أعلاه وهي اللزوجة الديناميكية عند درجة حرارة الغرفة.

- تحسب قيمة الطاقة المستخدمة إذا لم تعطى من المعادلة التالية

حيث أن

الطاقة المستخدمة بوحدات الواط=P

C_d= معامل الحر (السحب) Drag coefficient و تعتمد قيمته على خشونة السطح و نوع السائل

ρ =كثافة الماء و قيمتها $1000\ \frac{kg}{m^3}$

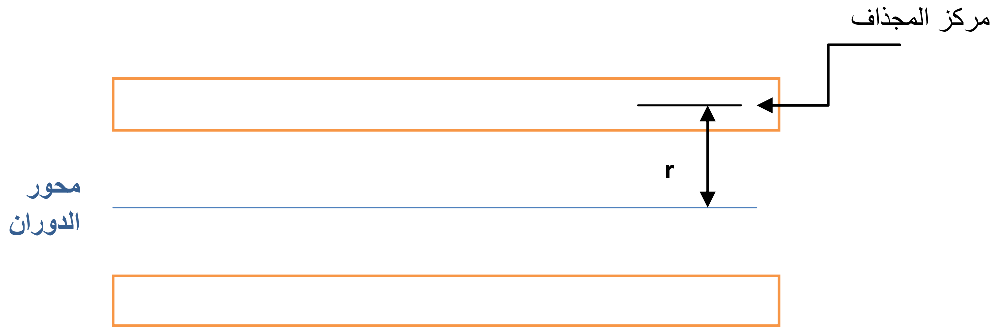
A =مجموع مساحات المجاذيف المستخدمة في حوض التلبيد

v=السرعة النسبية للمجذاف relative velocity نسبة إلى السائل الدي يقوم المجذاف بدفعه و يتم حسابة كما يلي

السرعة النسبية للمجذاف V=السرعة المطلقة للمجذاف v_i- سرعة اندفاع الماء في المجذاف

V_i= سرعة المجذاف المطلقة في الهواء وتقاس بوحدات دوره في الدقيقة rpm و لغرض تسهيل الحسابات تحول قيمتها إلى $\frac{m}{sec}$ وذلك لتكون وحدات متناسبة مع وحدات الطاقة $\frac{N*sec}{m^2}$ لذلك

$$\boldsymbol{V_i = \frac{2\pi rn}{60}}$$



حيث أن

r= نصف القطر المؤثر radius of influence و تمثل المسافة من محور الدوران إلى مركز المجذاف

n= عدد دورات المجذاف في الدقيقة

k=النسبة بين سرعة الماء و السرعة المطلقة لسرعة المجذاف

$$\boldsymbol{K = \frac{\text{ماء بالمجذاف}}{\text{اف المطلقة}}}$$

kVi= سرعة اندفاع الماء بالمجذاف

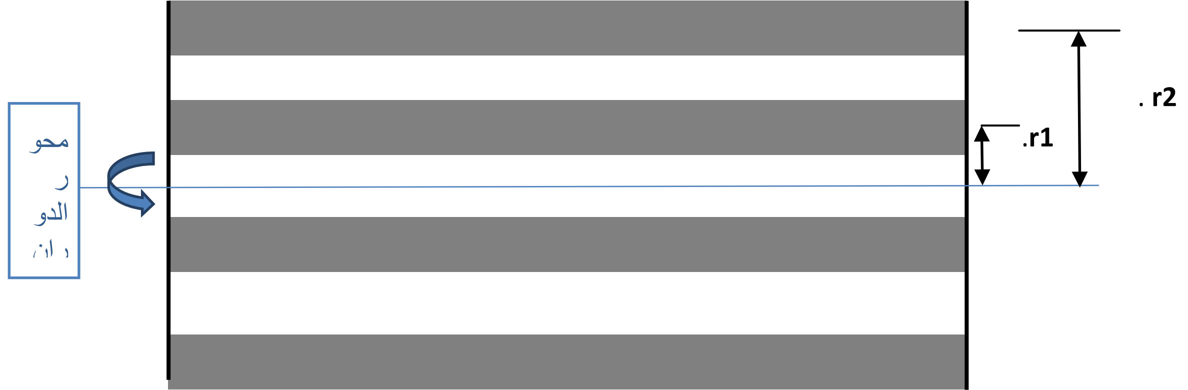
V= السرعة النسبية للمجذاف

$$\mathbf{V = (1 - k)Vi}$$

$$\mathbf{V = (1 - k) * \frac{2\pi rn}{60}}$$

من الملاحظات التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار عند تصميم أحواض التلبيد هي

1- قد يستخدم أكثر من مجذاف واحد على محور واحد
2- قد تختلف مساحات المجذاف على نفس المحور



لذلك سيكون هناك أكثر من r وعندها يجب حساب قيمه V لكل r ثم يعوض بقانون الطاقة

$$\mathbf{P = \frac{1}{2} C_d * \rho * A_1 * {V_1}^3 + \frac{1}{2} C_d * \rho * A_2 * {V_2}^3}$$

$$\mathbf{P = \frac{1}{2} C_d * \rho * \left(A_1 * {V_1}^3 + A_2 * {V_2}^3\right)}$$

GTهو محدد بدون وحدات و تحسب قيمته من

$$\boldsymbol{GT = G * D.T}$$

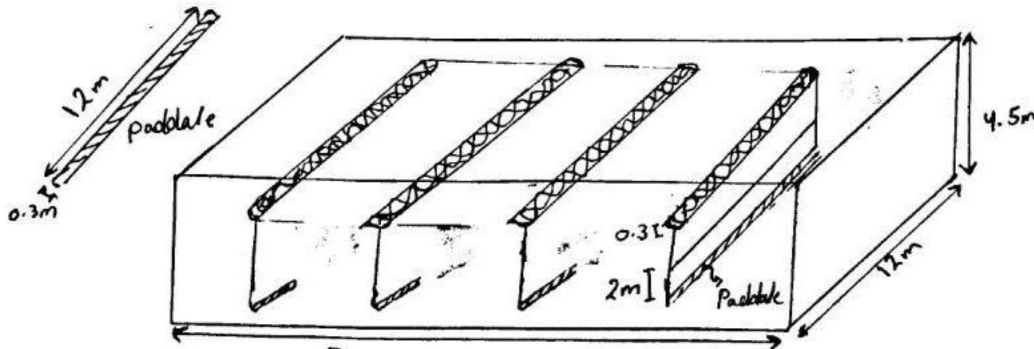
و يجب أن تتراوح قسمته بين $(2 * 10^5 - 2 * 10^4)$ و من قيمته يمكن القول إن السرعة مناسبة أو غير مناسبة فإذا كانت السرعة بطيئة قد لا يتم التلبيد بطريقة جيدة.

EX:- A flocculator has a following dimension, length = 30 m, width = 12 m & depth = 4.5 m and designed to treat 1 m^3/sec. This flocculator equiped with paddles of 0.3 m width and are set in pairs on four shaft, rotating 2.5 rpm. The shafts are at middle depth of the tank and the distance from the shaft to the center line of paddle is 1 m. The ration between water velocity and absulate velocity absolute paddle velocity is one quarter, given that $\mu = 1.312*10^{-3}$ $\frac{N.sec}{m^2}$, find ① Detention time ② power input ③ G & Gt

حوض تلبيد طوله (20m) وعرضه (12m) وعمقه (4.5m) صمم ليعالج ($1 m^3/sec$) يحتوي على مداوح عرض كل مجذاف فيها (0.3m) وقد وزعت المجاذيف على أربعة محاور تدور بسرعة زاوية 2.5 دورة بالدقيقة المحاور موضوعة في منتصف عمق الحوض والمسافة من محور الدوران الى مركز المجذاف هو (2m) والنسبة بين سرعة اندفاع الماء وسرعة المجاذيف المطلقة هي ($\frac{1}{4}$) علماً أن لزوجة الماء تساوي ($1.312*10^{-3}$) المطلوب حساب ١) زمن المكوث ② الطاقة P ③ قيمة Gt و GT

<u>Solution:-</u>

* $L = 30 m$, $W = 12 m$, depth = 4.5 m^3/sec
* $Q = 1$ m^3/sec
* سرعة دوران المجذاف = 2.5 rpm
* width of paddle عرض المجذاف = 0.3 m
* المسافة من محور الدوران الى مركز المجذاف ($r = 2m$)
* النسبة بين سرعة اندفاع الماء وسرعة المجاذيف المطلقة ($K = \frac{1}{4}$)
* $\mu = 1.312 * 10^{-3}$ $\frac{N.sec}{m^2}$



① D_T زمن المكوث

$$Volume = 30 * 12 * 4.5 = 1620\ m^3$$

$$V = Q * D_T \Rightarrow D_T = \frac{V}{Q} = \frac{1620\ m^3}{1\ m^3/sec} = 1620\ Sec = 27\ min$$

② power input

$$P = \frac{1}{2} Cd\ \rho * A * V^3$$

تؤخذ قيمة Cd من جداول خاصة واذا لم تعطى في السؤال تؤخذ (1.8)

No. of paddale = 2 * 4 = 8 paodlals

(اربع مجادف في كل محور ومحوران اثنان)

$$A_{Total} = \text{Area of one paddale} * \text{No. of paddale}$$

$$= 0.3 * 12 * 8 = 28.8\ m^2$$

$$V = (1-K)\frac{2\pi rn}{60} \Rightarrow \left(1-\frac{1}{4}\right) * \frac{2 * \pi * 2 * 2.5}{6} = 0.392\ m/sec$$

$$P = \frac{1}{2} * 1.8 * 1000 * 28.8 * (0.392)^3$$

$$= 1561.3\ watt$$

③ $$G = \sqrt{\frac{P}{\mu * \forall}} = \sqrt{\frac{1561.3}{1.312 * 10^{-3} * 1620}} = 27.1\ sec^{-1}$$

نلاحظ ان قيمة G هي 27.1 وهي ضمن الحدود ($G = 20-50\ sec^{-1}$)

$$G_T = G \cdot D_T$$

$$= 27.1 * 1620 = 4.3902 * 10^{-4}$$

وايضاً قيمة G_T وهي ضمن المحددات

$$G_T = (2 * 10^{-4} - 2 * 10^{-5})$$

Ex:- for paddals floculation, the following data are given
$Q = 300 \ m^3/min$, $D_T = 20 \ min$, $P = 2 \ kw$. for each unit of flow
(depth of floculation tank D, width = 2D, Length = 3D
$C_d = 1.2$, $\rho = 1000 \ kg/m^3$ and $v = 75\%$ of $V_{paddale}$ find:-
① Dimension of flocculation tank (length, width, depth)
② total Area of paddale, Knowing that three raws are Used in flocaulation along it's length and the area of each raws is 10% of {W(D)}
③ rpm of the paddals during fluccolation
Note:- Assuming any data you need in the Solution.

Solution:-

① Volume $\forall = Q * D.T \Rightarrow 300 \ \frac{m^3}{min} * 20 \ min = 6000 \ m^3$

$\forall = L * W * D \Rightarrow 6000 = 3D * 2D * D$

$6D^3 = 6000 \Rightarrow D^3 = 1000$, $D = 10m$

$D = 10m$, $L = 30m$, $W = 20m$

② Area of one raw of paddales is equal to $(WD = 20 * 10) * 10\%$

Area of one raw $= 0.1(20 * 10) = 20 \ m^2$

Total Area of paddals $= 3 * 20 \ m^2 = 60 \ m^2$

③ $P = \frac{1}{2} C_d * A * V^3 * \rho$

$P = 2 \ Kw$ for each (m^3/min) unit of flow

$P_{Total} = 2 * 300 = 600 \ KW = 600\,000 \ Watt$

$600\,000 = \frac{1}{2} * 1.2 * 1000 * 60 * V^3$

$V^3 = \frac{600\,000 * 2}{1.2 * 1000 * 60} \Rightarrow V = 2.56 \ m/sec$

ان قيمة V تمثل سرعة المراوح النسبية والمطلوب هو سرعة المراوح الدورانية rpm

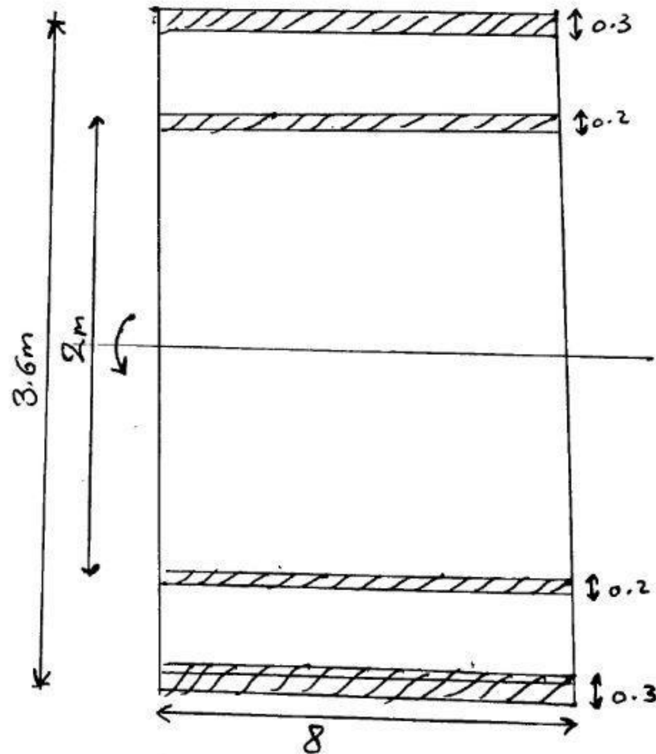
$V = 75\% \ V_p \Rightarrow 2.56 = \frac{75}{100} * V_p \Rightarrow V_p = 3.413 \ m/sec$

$3.413 = \frac{2 \pi r n}{60}$ $r = \frac{d}{2} -$ قيمة مفروضة $= \frac{10}{2} - 0.5 = 4.5m$

$3.314 = \underline{2 * \pi * 4.5 * n} \Rightarrow n = 7.24 \ rpm$

ثم أفتراض منه r وهو المسافة بين المحور ومركز الريشة وهو(4.5m) حيث ان عمق الحوض (10m) لذلك فان المحور يوضع في مركز الحوض اي على عمق (5m) ليتحرك بحرية بحيث يكون هناك نصف متر من الأعلى ونصف متر من الأسفل (أسفل الحوض) لكي لا تخرج المروحة الى خارج الحوض حيث الدوران .

<u>Ex</u> :- A flocculator (dimension W = 8m , L = 10m , D = 6m) be signed with one rotating blades as illustrated below knowing that * DT = 20 min , Cd = 1.2 , $\mu = 1.312 * 10^{-3} \frac{N.S}{m^2}$
rpm = 2 , ρ = 1000 kg/m³ , V = 0.75 Vp
find power input in $\frac{N.m}{Sec}$ & G in Sec^{-1}



<u>Solution</u> :- $P = \frac{1}{2} Cd * \rho * A * V^3$

We have two paddals

$A_1 = 0.3 * 8 * 2 = 4.8 m^2$

$A_2 = 0.2 * 8 * 2 = 3.2 m^2$

$Vp = \frac{2 \pi r n}{60}$, $r_2 = \frac{2}{2} = 1m$, $r_1 = \frac{3.6}{2} = 1.8m$

$Vp_1 = \frac{2 * 3.14 * 1.8 * 2}{60} = 0.377$ m/sec

$$VP_2 = \frac{2 * 3.14 * 2 * 1}{60} = 0.21 \quad m/sec$$

$$V = 0.75 \ VP$$

$$V_1 = 0.75 \ VP_1 \Rightarrow 0.75 * 0.377 = 0.282 \quad m/sec$$

$$V_2 = 0.75 \ VP_2 \Rightarrow 0.75 * 0.21 = 0.157 \quad m/sec$$

$$P = \frac{1}{2} \ Cd * \rho \ (A_1 V_1^3 + A_2 V_2^3)$$

$$= \frac{1}{2} (1.2) * 1000 * [4.8 * (0.282)^3 + 3.2 \ (0.157)^3]$$

$$P = 72.01 \ \frac{N.m}{Sec}$$

② $$G = \sqrt{\frac{P}{\mu * \forall}} = \sqrt{\frac{72.01}{1.312 * 10^{-3} \ (10 * 8 * 6)}} = 10.74 \ sec^{-1}$$